භූමිතික හා සරල රේඛා

පෘථිවි පෘෂ්ඨයේ යම්කිසි ලක්ෂ්‍ය දෙකක් අතර දුර කෙටිම වන්නේ සරල රේඛාවක් දිගේ නොවේ දැයි කිසිවකුට ඇසිය හැකි ය. උදාහරණයක් වශයෙන් කොළඹ හා බැංකොක් අතර දුර අවමයක් වන ලෙස සරල රේඛාවක් ඇඳිය නොහැකි දැයි ප්‍රශ්න කළ හැකි ය. එසේ සරල රේඛාවක් ඇඳිය හැකි නමුත් ගුවන්යානාවකට ඒ සරල රේඛාව දිගේ ගමන් කළ නො හැකි ය. එයට හේතුව කොළඹ හා බැංකොක් යා කරන සරල රේඛාව පෘථිවිය ඔස්සේ වැටී තිබීම ය. ඒ සරල රේඛාව පොළොව පසාරු කරගෙන යයි. එය පොළොව මතුපිටවත් පිහිටින්නේ නො වේ.

පොළොව පසාරු කරගෙන යන සරල රේඛාව ලැබෙන්නේ යුක්ලීඩීය ජ්‍යාමිතියක ය. යුක්ලීඩීය ජ්‍යාමිතියෙහි ලක්ෂ්‍ය දෙකක් අතර කෙටිම දුර ඇත්තේ ඒ ලක්ෂ්‍ය දෙක යා කරන සරල රේඛාව දිගේ ය. පැහැදිලිව ම ගුවන්යානයකට පෘථිවිය මත වූ නගර දෙකක් යා කරන සරල රේඛාව දිගේ ගමන් කළ නො හැකි ය. ගුවන්යානාවල ගමන් සම්බන්ධයෙන් වෙනත් ජ්‍යාමිතියක් උපයෝගී කරගත යුතු ය. ඒ ජ්‍යාමිතිය ගෝලීය ජ්‍යාමිතියක් වෙයි. එවැනි ජ්‍යාමිතියක ලක්ෂ්‍ය දෙකක් අතර ඇති දුර කෙටිම වන ලෙස ඇඳිය හැකි රේඛාව එම ලක්ෂ්‍ය ඔස්සේ ඇඳිය හැකි මහා වෘත්තය ය. ඒ මහා වෘත්තයෙහි අදාළ ලක්ෂ්‍ය දෙක යා කරන එක් චාපයක් දිගේ සාධාරණ වශයෙන් ලක්ෂ්‍ය දෙක අතර කෙටිම දුර ලැබෙයි.

ගෝලීය ජ්‍යාමිතියක යම්කිසි ලක්ෂ්‍යයක් කේන්ද්‍රය වෙයි. උදාහරණයක් ලෙස ගතහොත් පෘථිවිය සම්බන්ධයෙන් යොදාගන්නා ගෝලීය ජ්‍යාමිතියෙහි කේන්ද්‍රය පෘථිවි කේන්ද්‍රය වෙයි. ගෝලීය ජ්‍යාමිතියක ඕනෑම ලක්ෂ්‍ය දෙකක් යා කරමින් අනේක වූ වෘත්ත ඇඳිය හැකි ය. උදාහරණයක් වශයෙන් ගතහොත් පෘථිවි පෘෂ්ඨයේ ලක්ෂ්‍ය දෙකක් යා කරන අක්ෂාංශක වෘත්තයක් වෙයි. එමෙන් ම ඒ ලක්ෂ්‍ය දෙක යා කරන දේශාංශක වෘත්තයක් ද වෙයි. මෙයින් දේශාංශක වෘත්තයෙහි කේන්ද්‍රය පෘථිවි කේන්ද්‍රය සමග සමපාත වෙයි. අක්ෂාංශක වෘත්තයෙහි කේන්ද්‍රය පෘථිවි කේන්ද්‍රය සමග සමපාත නො වෙයි.

ගෝලීය ජ්‍යාමිතියක යම් ලක්ෂ්‍ය දෙකක් හා ගෝලීය ජ්‍යාමිතියෙහි කේන්ද්‍රය ඔස්සේ යන තලයෙහි ඒ ලක්ෂ්‍ය දෙක යා කරමින් ජ්‍යාමිතියෙහි කේන්ද්‍රය වෘත්තයෙහි ද කේන්ද්‍රය ලෙස ගනිමින් අඳින වෘත්තයට මහා වෘත්තයක් යැයි කියනු ලැබෙයි. පෘථිවි පෘෂ්ඨයෙහි නගර දෙකක් සම්බන්ධයෙන් ගත්කල දේශාංශක වෘත්ත මහා වෘත්ත වෙයි. නගර දෙකක් අතර කෙටිම දුර ලැබෙන්නේ එවැනි මහා වෘත්තයක චාපයක් දිගේ ය.

ගෝලීය ජ්‍යාමිතියක භූමිතික වනුයේ මහා වෘත්ත ය. පොළොව සම්බන්ධයෙන් ගත්කල ගුවන්යානා සාමාන්‍යයෙන් ගමන්කරන්නේ භූමිතික වූ මහා වෘත්ත දිගේ ය. එහෙත් මෙහි දී කිවයුතු කරුණක් වෙයි. ගුවන්යානයක් කිසි විටෙකත් නගර දෙකක් යා කරන මහා වෘත්තයක් දිගේ ගමන් නො කරයි. එවැනි මහා වෘත්තයක් පිහිටා ඇත්තේ පෘථිවිය මතුපිට වන බැවින් ගුවන්යානයට අදාළ මහා වෘත්තය දිගේ ගමන් කළ නො හැකි ය. ගුවන්යානයක් සාමාන්‍යයෙන් ගමන් කරන්නේ අදාළ නගර දෙකට යම් උසකින් වූ ලක්ෂ්‍ය දෙකක් ඔස්සේ යන මහා වෘත්තය දිගේ ය. ගුවන්යානයේ වේගය අනුව මේ උස වෙනස් වන බව ද යානය මුල සිට අග දක්වා ම එක ම මහා වෘත්තයක ගමන් නොකරන බව ද පැහැදිලි විය යුතු ය.

ඉහත සඳහන් කළ ජ්‍යාමිති අවකාශයෙහි වූ ජ්‍යාමිති වෙයි. නිව්ටෝනීය යාන්ත්‍රිකයෙහි ඇත්තේ අවකාශය හා සම්බන්ධ ජ්‍යාමිති ය. එහි බල රහිත අවස්ථාවල අංශු හා වස්තු අවස්ථිතික සමුද්දේශ රාමුවල සරල රේඛා දිගේ ඒකාකාරීව චලනය වෙයි. යම් අවස්ථිතික රාමුවක නිශ්චල ව පිහිටීම තවත් අවස්ථිතික රාමුවක ඒකාකාර ප්‍රවේගයකින් චලනය වීමක් බව අමතක නොකළ යුතු ය. වෙනත් වචනවලින් කියන්නේ නම් නිව්ටෝනීය යාන්ත්‍රිකයට අනුව බල රහිත අවස්ථාවල අංශු හා වස්තු යුක්ලීඩීය ජ්‍යාමිතියෙහි භූමිතිකවල චලනය වෙයි.

නිව්ටෝනීය යාන්ත්‍රිකයෙහි මෙන් ම විශේෂ සාපේක්ෂතාවාදී යාන්ත්‍රිකයෙහි ද බල රහිත අවස්ථාවල අංශු සහ වස්තු යුක්ලීඩීය හා යුක්ලීඩීය වැනි අවකාශවල භූමිතිකවල චලනය වෙයි. මෙහි දී යුක්ලීඩීය වැනි යන්න යෙදෙන්නේ විශේෂ සාපේක්ෂතාවාදී යාන්ත්‍රිකය සඳහා ය. එහි දී බලපාන්නේ අවකාශයක ජ්‍යාමිතිය නොව අවකාශ - කාලයෙහි ජ්‍යාමිති

© Prof. Nalin De Silva

ය. විශේෂ සාපේක්ෂතාවාදයෙහි අවකාශ - කාලයෙහි ජ්‍යාමිතිය මුළුමනින් ම යුක්ලීඩීය නො වේ. එවැනි ජ්‍යාමිතීන් යුක්ලීඩීය වැනි ජ්‍යාමිති ලෙස හඳුන්වමු.

සාධාරණ සාපේක්ෂතාවාදයෙහි මෙය තරමක් සංකීර්ණ වෙයි. එහි දී අවකාශ - කාලයෙහි ජ්‍යාමිතිය නිරයුක්ලීඩීය වෙයි. එහි දී අපට ලැබෙන්නේ රීමානීය ජ්‍යාමිතියකි. රීමානීය ජ්‍යාමිතියෙහි භූමිතික සරල රේඛා නොවන අතර අවකාශ - කාලය ද වක්‍ර වෙයි. බල රහිත අංශු හා වස්තු සාධාරණ සාපේක්ෂතාවාදයෙහි ද භූමිතිකවල චලනය වෙයි. එහෙත් භූමිතික සරල රේඛා නො වෙයි.

සාධාරණ සාපේක්ෂතාවාදයට අනුව ගුරුත්වය යනුවෙන් බලයක් නො මැත. අංශු හා වස්තු ව්‍යාප්තිය අනුව අවකාශ - කාලයෙහි ජ්‍යාමිතිය නිර්ණය වන අතර වක්‍රතාව ද අවකාශ - කාලයෙහි සිද්ධියෙන් සිද්ධියට වෙනස් විය හැකි ය. ගුරුත්වය යනුවෙන් නිව්ටෝනීය යාන්ත්‍රිකයෙහි කියැවෙන්න සාධාරණ සාපේක්ෂතාවාදී භෞතිකයෙහි ස්ථානීය වශයෙන් ගත්කල වක්‍රතාව නිසා සිදු වෙයි. එහෙත් වක්‍රතාව යනු බලයක් නො වේ.

නිව්ටෝනීය යාන්ත්‍රිකයෙහි ගුරුත්වය යටතේ සිදුවන චලනය සාධාරණ සාපේක්ෂතාවාදයෙහි එවැනි බලයක් නො මැතිව අවකාශ - කාලයෙහි වක්‍රතාව නිසා සිදුවෙයි. බලයක් නොමැති මේ චලනය අදාළ රීමානියානු ජ්‍යාමිතියෙහි සිදුවන්නේ භූමිතික දිගේ ය. යුක්ලීඩීය ජ්‍යාමිතියෙහි භූමිතික වනුයේ සරල රේඛා බව ද අමතක නො කරන්න. නිව්ටෝනීය යාන්ත්‍රිකයෙහි ගුරුත්වය යටතේ සිදුවන චලනය සාධාරණ සාපේක්ෂතාවාදයෙහදී පෙනෙන්නේ බල රහිතව භූමිතිකයක සිදුවන චලනයක් ලෙස ය.

බල රහිත චලනයෙහි යෙදෙන අංශුවක් හෝ වස්තුවක් හෝ නිව්ටෝනීය යාන්ත්‍රිකයෙහි සරල රේඛාවක චලනය වෙයි. දැන් අංශුව හෝ වස්තුව හෝ චලනය වන දිශාවට ම බලයක් යෙදුවහොත් අංශුවට හෝ වස්තුවට හෝ ත්වරණයක් ලැබී එය ඒකාකාර චලනයෙන් මිදෙයි. එහෙත් දිශාව වෙනස් නො වෙයි. අංශුව හෝ වස්තුව හෝ තවදුරටත් සරල රේඛාවක එහෙත් ඒකාකාරී නොවී චලනය වෙයි.

යුක්ලීඩීය ජ්‍යාමිතියෙහි භූමිතික සරල රේඛා බව අපි කිහිප වතාවක් ම කියා ඇත්තෙමු. එහෙත් අංශුවක් හෝ වස්තුවක් හෝ සරල රේඛාවක චලනය වූ පමණින් ඒ නිව්ටෝනීය යාන්ත්‍රිකයට අදාළව භූමිතියක චලනය වන්නේ යැයි අපට කිව නො හැකි ය. නිව්ටෝනීය යාන්ත්‍රිකයට අදාළව භූමිතියක චලනය වන්නේ ඒකාකාරීව සරල රේඛාවක චලනය වන අංශු හෝ වස්තු හෝ පමණකි. ඒකාකාරී නොවී ත්වරණයක් සහිතව සරල රේඛාවක චලනය වන අංශු හෝ වස්තු හෝ යුක්ලීඩීය අවකාශයක භූමිතිකවල චලනය වන නමුදු නිව්ටෝනීය යාන්ත්‍රිකයට අදාළව භූමිතිකවල චලනය වන්නේ යැයි කිව නො හැකි ය. යුක්ලීඩීය ජ්‍යාමිතියෙහි බල රහිතව සරල රේඛාවල චලනය වන අංශු හෝ වස්තු හෝ භූමිතිකවල චලනය වන්නේ යැයි කිව හැකි ය.

නිව්ටෝනීය යාන්ත්‍රිකයෙහි බල රහිත ව චලනය වන අංශු හා වස්තු යුක්ලීඩීය ජ්‍යාමිතියෙහි භූමිතිකවල (සරල රේඛාවල) චලනය වෙයි. නිව්ටෝනීය යාන්ත්‍රිකයෙහි ගුරුත්වය යටතේ චලනය වන අංශුවක් හෝ වස්තුවක් හෝ ඒ යාන්ත්‍රිකයට අදාළව භූමිතියක චලනය නො වේ. සාධාරණ සාපේක්ෂතාවාදයෙහි ගුරුත්වය යනුවෙන් බලයක් නො මැති ය. බලයක් නොමැති බැවින් අදාළ ජ්‍යාමිතියෙහි එවැනි අංශු හා වස්තු භූමිතිකවල චලනය වෙයි.

එහෙත් අදාළ ජ්‍යාමිතිය යුක්ලීඩීය හෝ යුක්ලීඩීය සමාන හෝ නො වේ. එසේ වුවත් අප සිතන්නේ අප වක්‍ර නොවූ යුක්ලීඩීය ජ්‍යාමිතික අවකාශයක ජීවත්වන බව ය. එවැනි අවකාශයක භූමිතික සරල රේඛා වෙයි. සාධාරණ සාපේක්ෂතාවාදයට අනුව ගුරුත්වය යනුවෙන් බලයක් නැත. ද්‍රව්‍ය හා කිරණවල පැවැත්ම හේතුවෙන් අවකාශ - කාලය වක්‍ර වූ ඇත. එවැනි වක් වූ අවකාශ - කාලයක භූමිතික සරල රේඛා නො වේ. එහෙත් යුක්ලීඩීය සමාන අවකාශයක අප ජීවත්වන්නේ යැයි සිතන බැවින් සරල රේඛා නොවන පෙත්වල චලනය වන වස්තු හා අංශු යම් බාහිර බලයකට යටත් ව සිදුවන්නේ යැයි අපි උපකල්පනය කරමු. මේ නැති බලය ගුරුත්වජ බලය යනුවෙන් නිව්ටන් විසින් නම් කෙරී ඇත.

© Prof. Nalin De Silva

සාධාරණ සාපේක්ෂතාවාදයට අනුව ගුරුත්වජ බලයක් නැත. ඒ යම් ප්‍රපංචයක් තේරුම් ගැනීම සඳහා නිව්ටන් විසින් නිර්මාණය කරන ලද්දක් පමණකි. සාධාරණ සාපේක්ෂතාවාදයට අනුව ඇත්තේ අවකාශ - කාලයෙහි වක්‍රතාවක් පමණකි. වක්‍රතාව අදාළ අවකාශ - කාලය මගින් නිර්ණය වන අතර අවකාශ - කාලය ද්‍රව්‍ය හා කිරණ ව්‍යාප්තිය මගින් නිර්ණය වෙයි. සාධාරන සාපේක්ෂතාවාදයට අනුව අවකාශ - කාලයෙහි වක්‍රතාව ඇත. එහෙත් ගුරුත්වජ බලයක් නැත. සිංහල බෞද්ධයනට අනුව ගුරුත්වජ බලය නිව්ටන්ගේ නිර්මාණයක් වන අතර අවකාශ - කාල වක්‍රතාව අයින්ස්ටයින්ගේ නිර්මාණයකි. ඒ දෙදෙනා ම පොළොවට පොල් (ඇපල්) වැටෙන්නේ ඇයි ද යන ප්‍රශ්නයට පිළිතුරු දී ඇත. ඒ පිළිතුරු එකිනෙකින් වෙනස් වෙයි. මේ ප්‍රශ්නයට අවශ්‍ය නම් තව තවත් සංකල්ප නිර්මාණය කර වෙනත් සංගත පිළිතුරු සැපයිය හැකි ය. එහෙත් ඒ එකක්වත් යථාර්ථය නොවන අතර, මිනිසා විසින් නිර්මාණය කෙරෙන සංකල්ප පමණක් වෙයි.

අප භූමිතික ගැන තරමක් දීර්ඝව කතා කෙළේ කලින් ලිපියෙහි සඳහන් කෙරුණු කාල සමාන සංවෘත භූමිතික ගැන තවත් වචනයක් දෙකක් එකතු කිරීමට ය. කාල සමාන භූමිතික ගැන කතා කෙරෙනුයේ අවකාශවල නොව අවකාශ - කාලවල ය. අවකාශ - කාලයක කාල සමාන භූමිතිකයක් යන්නෙන් අදහස් කෙරෙන්නේ කුමක් දැයි විමසා බැලීමෙන් අනතුරුව කාල සමාන සංවෘත භූමිතික ගැන සාකච්ඡා කළ හැකි ය.

මහාචාර්ය නලින් ද සිල්වා

© Prof. Nalin De Silva