ගුරුත්වාකර්ෂණ පැදුරක්

ගුරුත්වාකර්ෂණ බලය මෙන් ම විද්‍යුත්ස්ථිතික බලය හා චුම්බක බලය ද එක් වස්තුවක් නිසා තවත් වස්තුවක් මත ඇතිවන බල වෙයි. එහෙත් මේ පසුව කී බල පිළිබඳ ව ෆැරඩේ විද්වතා විසින් කරන ලද වැදගත් නිරීක්ෂණ විය. උදාහරණයක් ලෙස ගතහොත් කාන්දමක් හෙවත් චුම්බයක් යකඩ කුඩු මත තැබූ විට යකඩ කුඩු එක්තරා රටා විශේෂයක් අනුව තැන්පත් වන බව ඔහු දැන සිටියේ ය. එමෙන් ම චුම්බකයක් අසළට මාලිමා යන්ත්‍රයක් ගෙන යෑමෙන් ද චුම්බකය අසල යම් රටාවක් තිබෙන වන බව ඔහු නිරීක්ෂණය කර තිබුනි. මේ රටා වක්‍ර මගින් නිරූපණය විය. චුම්බකයක නම් ඒ වක්‍ර එක් කෙළවරක් (ධ්‍රැවයක්) ආසන්නයෙන් පටන්ගෙන අනෙක් කෙළවරින් අවසන් විය. විද්‍යුත් ආරෝපණ සම්බන්ධයෙන් ද, එලෙස යම් ආකාරයක වක්‍ර ලබාගත හැකි විය.

මේ වක්‍රවලට සුවිශේෂ ගුණ විය. ඒකක ආරෝපණයක් චලනය වුයේ එවැනි වක්‍රයක් දිගේ ය. එනම් ඒ වක්‍ර දිගේ නැතහොත් වක්‍රයක ඕනෑම ලක්ෂ්‍යයක දී එයට ඇඳි ස්පර්ශකය දිගේ ආරෝපණය මත බලයක් ක්‍රියා කෙරෙයි. මේ රේඛාවලට බල රේඛා යැයි කියනු ලැබිණි. බල රේඛාවක ඕනෑම ලක්ෂ්‍යක දී ආරෝපණයක් මත ක්‍රියාත්මකවන බලය ඒ රේඛාවට ඒ ලක්ෂ්‍යයෙහි දී ඇඳෙන ස්පර්ශකය දිගේ වෙයි. බල රේඛා ඇත්තේ එකක් නොවේ. මේ බල රේඛා සියල්ලම ගත්කල ඉන් බල ක්ෂේත්‍රයක් නිර්මානය වෙයි.

බල ක්ෂේත්‍රයක් යන්න අර්ථකථනය කෙරෙන්නේ ඉහත සඳහන් ආකාරයට නො වෙයි. අදාළ ප්‍රදේශයෙහි ඕනෑම ලක්ෂ්‍යයක දී ඒකක පරීක්ෂණ අංශුවක් මත ක්‍රියාකෙරෙන බලය නිශ්චිතව අර්ථදැක්වෙයි නම් ඒ ප්‍රදේශයෙහි බල ක්ෂේත්‍රයක් අර්ථදැක්වෙන්නේ යැයි කියනු ලැබෙයි. විද්‍යුත්ආරෙපණ පද්ධතියක් නම් අදාළ ප්‍රදේශයෙහි ඕනෑම ලක්ෂ්‍යයකදී ඒකක ආරෝපණයක් මත ක්‍රියාකරන බලය නිශ්චිතව දැක්වීය හැකිනම් එවිට එහි විද්‍යුත්ස්ථිතික බල ක්ෂේත්‍රක් අර්ථ දැක්වෙයි. විද්‍යුත්ස්ථිතික වේවා චුම්බක වේවා බල ක්ෂේත්‍රයක් ඇත්නම් ඒ බල ක්ෂේත්‍රයෙහි බලරේඛා නිර්ණයකිරීම අපහසු කාර්යයක් නොවෙයි. චුම්බකයක් සම්බන්ධයෙන් ගත්කල ඉහත සඳහන් උදාහරණයෙහි උකඩ කුඩු තැන්පත්වන්නේ බල රේඛා දිගේ ය.

ෆැරඩේ විද්වතා දක්ෂ නිරීක්ෂකයකු වු අතර මැක්ස්වෙල් පඬිවරයා දක්ෂ සෛද්ධාන්තික භෞතික විද්‍යාඥයෙක් විය. ඔවුන් දෙදෙනා අතර බල ක්ෂේත්‍ර නම් සංකල්පය ඉතා දියුණු මට්ටමකට වර්ධනය විය. ඒ සංකල්පය ඒ ඒ අවස්ථාව සම්බන්ධයෙන් ගත්කල වියුක්ත සංකල්පයක් නො වීය. නැවතත් චුම්බකය හා යකඩ කුඩු උදාහරණය ගතහොත් එහි බල රේඛා පැහැදිලිව ම ඇහැට පෙනෙන බව පැහැදිලි වෙයි. ඒ ඉන්ද්‍රිය ගෝචර සංකල්පයක් වෙයි. එය ඉංගිරිසි මනසට නිව්ටන් පඬිවරයාගේ ගුරුත්වාකර්ෂණ බලයට වඩා සමීප විය. ගුරුත්වාකර්ෂණ බලය ඇහැට හෝ වෙනත් ඉන්ද්‍රියකට හෝ ගෝචරවන්නක් නො වෙයි. එහෙත් විද්‍යුත් හෝ චුම්බක හෝ බල රේඛා හා බල ක්ෂේත්‍ර එසේ නොවේ.

බලක්ෂේත්‍රය පිළිබඳ අදහස ඉංගිරිසි විද්‍යා ලෝකයෙහි පැතිරයෑමට එතරම් කලක් ගතවුයේ නැත. එමෙන් ම එය ගුරුත්වාකර්ධණ බලය සඳහා ද යොදාගත හැකිවිය. ගුරුත්වාකර්ක්ෂණ ක්ෂේත්‍රය ද දැකිය හැකි නො වෙයි. එහෙත් වස්තුවක් මගින් තවත් වස්තුවක් මත ගුරුත්වාකර්ෂණ බලයක් යෙදෙන්නේ කෙසේ ද යන්න එමගින් තේරුම්කර දියහැකි විය.

අපි පළමුව චුම්බක හෝ විද්‍යුත්ස්ථිතික හෝ ක්ෂේත්‍රයක් ගනිමු. කාන්දමක් අවකාශයෙහි තිබු විට ඒ විසින් ඒ තබා ඇති ප්‍රදේශයෙහි චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක් ඇතිකෙරෙනු ලැබෙයි. දැන් අපි පරීක්ෂණ අංශුවක් (test particle) ඒ ප්‍රදේශයට ගෙන එන්නේ යැයි සිතමු. අප දන්නා පරිදි ඒ අංශුව එක්කෝ කාන්දමේ එක් ධ්‍රැවයකට ආකර්ෂණය වෙයි. නැතහොත් ඈත පෙදෙසකට විකර්ෂණය වෙයි. මෙහි දී සිදුවන්නේ ගෙනෙන ලද අංශුව චුම්බකයෙහි බල ක්ෂේත්‍රය සමග ක්‍රියාකිරීමකි. චුම්බකය අංශුව සමග ක්‍රියාකිරීම යනුවෙන් හැඳින්වෙන්නේ එලෙස අංශුව චුම්බක ක්ෂේත්‍රය සමග ක්‍රියාකිරීමක් ය.

© Prof. Nalin De Silva

මෙය තවදුරටත් පැහැදිලිකළ යුතු ය. එයට හේතුව එය භෞතික විද්‍යාව ස්ථානීය (local) පද්ධතියක් බවට පත්කරන වැදගත් සංකල්පයක් වීම ය. නිව්ටෝනීය ගුරුත්වාකරලණ බලයට එල්ල වූ එක් විරෝධතාවක් වුයේ එහි දී දුරක දී ක්‍රියාවක් සිදුවීම ය. මෙතැන ඇති වස්තුවක් එතැන ඇති වස්තුවක් මත බලයක් යොදන්නේ කෙසේ ද යන්න කිසිවකුටවත් තේරුම්කර දිය නොහැකි ප්‍රශ්නයක් විය. වස්තුවක් මත බලයක් ක්‍රියාකරන්නේ ඒ වස්තුව භෞතිකව ස්පර්ශකිරීමෙන් බව අපි දුටුවෙමු. ප්‍රශ්නය වුයේ වස්තුවක් තවත් වස්තුවක් මත එවැනි ස්පර්ශකිරීමකින් තොරව බලයක් ඇතිකිරීම ය.

එලෙස ස්පර්ශකිරීමෙකින් තොරව බලයක් යොදන්නේ කෙසේද යන ප්‍රශ්නයට පිළිතුරක් බල ක්ෂේත්‍රය යන්නෙන් ලැබෙයි. චුම්බකය මාලිමා යන්ත්‍රයක් මත හෝ පරීක්ෂණ අංශුවක් මත හෝ බලයක් යොදන්නේ ස්පර්ශකිරීමෙන් නො වෙයි. නිව්ටන් පඬිවරයාගෙන් දුරකදී ක්‍රියාවක් සිදුවන්නේ කෙසේදැයි ප්‍රශ්න කළවිට ඔහු එයට පිළිතුරක් ලෙස චුම්බක බලය හෝ විද්‍යුත්ස්ථිතික බලය හෝ පෙන්නුම් නො කෙළේ ඇයි ද යන්න ප්‍රශ්නයකි. එවකට චුම්බකත්වය පිළිබඳ අදහස් නොදැන සිටියේ යැයි නො කිවහැකි ය. ගුරුත්වය සම්බන්ධයෙන් දුරකදී ක්‍රියාවක් සිදුවන්නේ චුම්බක සම්බන්ධයෙන් ඒ ක්‍රියාකරන ආකාරයටම යැයි කිමට ඔහුට හැකිකමක් තිබුණි. එහෙත් ඔහු හෝ වෙනත් අයකු හෝ එසේ කළ බවට සඳහනක් නැත. එයට හේතුව සාදෘශ්‍යයෙන් තර්කකිරීම ඉංගිරිසින් විසින් ප්‍රතික්ෂේපකරනු ලැබූ හෙයින් ද? එසේත් නැත්නම් ගුරුත්වය හා චුම්බක අතර එවැනි වූ සාදෘශ්‍යයක් නැතැයි නිව්ටන් පඬිවරයා හා ඔහුගේ අනුගාමිකයන් සැලකූ බැවින් ද? කෙසේ වෙතත් ඒ සම්බන්ධයෙන් පැහැදිලි පිළිතුරක් දිය හැකි නො වෙයි.

ෆැරඩේ හා මැක්ස්වෙල් යන විද්වතුන්ගේ අධ්‍යයනවලින් පසුව බල ක්ෂේත්‍රය යන සංකල්පය ඇතිවීම හේතුවෙන් දුරක දී සිදුවන ක්‍රියාව යන්න අමතකකිරීමට බටහිර භෞතික විද්‍යාඥයන්ට හැකිවිය. චුම්බකයක් නිසා අවකාශයෙහි ඇතිවන්නේ බල ක්ෂේත්‍රයක් ය. ඒ බල ක්ෂේත්‍රය යම් ප්‍රදේශයක සෑම තැනම පවතියි. ඒ ඒ ලක්ෂ්‍යයෙහි දී බල ක්ෂේත්‍රයෙහි අගය වෙනස්වෙයි. කලින් සඳහන්කර ඇති අන්දමට පරීක්ෂණ අංශුවක්, මාලිමා යන්ත්‍රයක්, වෙනත් චුම්බකයක් ඒ ප්‍රදේශයට ගෙනාවිට ඒ ක්‍රියාකරන්නේ බල ක්ෂේත්‍රය සමග ය. එය දුරක දී සිදුවන ක්‍රියාවක් නො වෙයි. ක්‍රියාව සිදුවන්නේ, නැත්නම් ගෙනෙන ලද අංශුව හෝ කාන්දම හෝ ප්‍රතිචාර දක්වන්නේ එතැන ඇති බල ක්ෂේත්‍රය සමග ය.

බල ක්ෂේත්‍රය පිළිබඳ අදහස ගුරුත්වාකර්ෂණය සම්බන්ධයෙන් ද යොදාගනු ලැබිණි. වස්තුවක් තවත් වස්තුවක් මත ගුරුත්වාකර්ෂණ බලයක් යොදනු වෙනුවට, අවකාශයෙහි ගුරුත්වාකර්ෂණ ක්ෂේත්‍රයක් නිර්මානය කරයි. අනෙක් වස්තුව ක්‍රියාකරන්නේ ගුරුත්වාකර්ෂණ ක්ෂේත්‍රය සමග මිස පළමු වස්තුව සමග නො වෙයි. එවිට ඒ ක්‍රියාව ස්ථානීය ක්‍රියාවක් මිස දුරක දී සිදුවන ක්‍රියාවක් නො වෙයි. ඉංගිරිසි විද්‍යාඥයන්ට ඒ සතුටුදායක පිළිතුරක් විය. දෙවැනි වස්තුව මත ගුරුත්වාකර්ෂණ බලයක් ඇතිකරන කඹය හෝ රිට හෝ පෙන්වන ලෙස ඉල්ලා සිටියවුන්ට එක්තරා ආකාරයකින් ගත්කල දැන් සැනසෙන්නට හැකිවිය. එක් පැත්තකින් ගත්විට ඔවුන්ට කඹයක් අවශ්‍ය නො වීය. ඒ ගුරුත්වාකර්ෂණ ක්ෂේත්‍රය ස්ථානීය ව දෙවැනි වස්තුව සමග ක්‍රියාකිරීම නිසා ය. අනෙක් අතට කාහට හෝ අවශ්‍ය නම් දැන් කඹයක් වෙනුවට පැදුරක් හෝ අවශ්‍ය නම්, මෙට්ටයක් ලැබී ඇත. පැදුර අන්කිසිවක් නොව ගුරුත්වාකර්ෂණ ක්ෂේත්‍රය ය.

දුරක දී සිදුවන ක්‍රියාව පිළිබඳ ප්‍රශ්නය විසඳුන ද, තවත් ප්‍රශ්නයක් ඉතිරි වී ඇත. එනම් වස්තුවක් ක්ෂණයකින් ම අනෙක් වස්තුව මත ක්‍රියාකරන බල ක්ෂේත්‍රය අවකාශය පුරා ක්ෂණයකින් ඇතිකරන්නේ ද යන්න ය. එසේම එහි අනෙක් පැත්ත ලෙස වස්තුව ඉවත්කළහොත් ඒ සැණින් ම බල ක්ෂේත්‍රය අවකාශයෙන් ඉවත්වන්නේ ද යන්න ය. මේ ප්‍රශ්නයට පිළිතුරු ලැබෙන්නේ මැක්ස්වෙල් පඬිවරයා නමින් ඇති සමීකරණවලින් ය. මැක්ස්වෙල් පඬිවරයාට අනුව චුම්බකයක් නිසා හෝ විද්‍යුත් ආරෝපණයක් නිසා හෝ ඇතිවන බල ක්ෂේත්‍රය ඒ මොහොතෙහිම අවකාශය පුරා විහි දී නොයයි. බල ක්ෂේත්‍රය පැතිරෙන්නේ ක්‍රම ක්‍රමයෙන් ය.

විද්‍යුත් ආරෝපණයක් අවකාශයෙහි ලක්ෂ්‍යයකට ගෙන ආවේ යැයි සිතමු. එවිට ඒ ආරෝපණය නිසා ඇතිවන බල ක්ෂේත්‍රය ටිකෙන් ටික එයට ආසන්න ලක්ෂ්‍යවල සිට ඈතින් පිහිටි ලක්ෂ්‍ය කරා පැතිරී යයි. එසේ බල ක්ෂේත්‍රය පැතිරී යන්නේ නැතහොත් ප්‍රචාරණයවන්නේ (propagates) යම්කිසි වේගයකින් ය. මේ වේගය අන්කිසිවක් නොව

© Prof. Nalin De Silva

ආලෝකයේ වේගය වෙයි. ආලෝකය යනු විද්‍යුත්චුම්බක විකිරණ යනුවෙන් හැඳින්වෙන විකිරණවලින් අපේ ඇස්වලට ගෝචරවන කොටස ය. විද්‍යුත්චුම්බක විකිරණ ඇතිවන්නේ විද්‍යුත්චුම්බක ක්ෂේත්‍රයෙහි ඇතිවන වෙනස්වීම් හේතුවෙන් ය. ඒ වෙනස්වීම් අවකාශයෙහි පැතිරී යන්නේ විද්‍යුත්චුම්බක විකිරණ ලෙස ය.

මැක්ස්වෙල් පඬිවරයාගෙන් පසුව ගුරුත්වාකර්ෂණය සම්බන්ධයෙන් ද බටහිර භෞතික විද්‍යාඥයෝ බල ක්ෂේත්‍රය පිළිබඳ අදහස් යොදාගත්හ. ගුරුත්වාකර්ෂණ බල ක්ෂේත්‍රයක පැවැත්මක් ගැන ඔවුහු කතාකළහ. එහෙත් ප්‍රශ්නය තවමත් හරිහැටි නොවිසඳී තිබුණි. එයට හේතුව වුයේ ගුරුත්වාකර්ෂණය සම්බන්ධයෙන් නිසි ප්‍රවාදයක් නොතිබීම ය. විද්‍යුතය හෝ චුම්බකත්වය හෝ සම්බන්ධයෙන්, එසේත් නැත්නම් විද්‍යුත්චුම්බකත්වය (electromagnetism) සම්බන්ධයෙන් බටහිර විද්‍යාඥයන්ට මැක්ස්වෙල් පඬිවරයාගේ ප්‍රවාදය විය. එහෙත් ගුරුත්වාකර්ෂණය සම්බන්ධයෙන් ඔවුන්ට එවැනි ප්‍රවාදයක් නො වීය. ඔවුන්ට ඒ පිළිබඳ ව තවමත් වුයේ නිව්ටෝනීය ගුරුත්වාකර්ෂණ ප්‍රවාදය ය. එහි ක්ෂේත්‍රයක් ගැන සඳහන් නොවිණි. එහි සඳහන්වුයේ ගුරුත්වාකර්ෂණ බලයක් ගැන පමණකි. ගුරුත්වාකර්ෂණ ක්ෂේත්‍රය යන්න නිව්ටන්ගේ පඬිවරයාගේ ප්‍රවාදයට පිටින් ණයටගෙන එල්ලන ලද ආභරණ පමණක් විය.

මේ ප්‍රශ්නය සාර්ථක අන්දමට විසඳාගනු ලැබුයේ අයින්ස්ටයින් පඬිවරයා විසින් ය. ඔහුට එහි දී මුළුමනින් ම වෙනත් ප්‍රවාදයක් ගෙනීමට සිදුවිය. ඒ ප්‍රවාදය අද හැඳින්වෙන්නේ සාධාරණ සාපේක්ෂතා ප්‍රවාදය ලෙස ය. ඔහු බටහිර භෞතික විද්‍යාව ස්ථානීය වාදයක් බවට පත් කෙළේ ය. ඒ අතර ඔහු තවත් වැදගත් දෙයක් ද කෙළේ ය. එනම් නිව්ටන් පඬිවරයාගේ කාලයෙහි සිට පැවත ආ අවස්ථිති සමුද්දේශ රාමු පිළිබඳ ප්‍රශ්නයට පිළිතුරක් සැපයීම ය. අවස්ථිති රාමු සොයාගන්නේ කෙසේ ද යන්න එදා සිටම තිබු ප්‍රශ්නයක් විය. අයින්ස්ටයින් පඬිවරයා ඒ ප්‍රශ්නයට තම සාධාරණ සාපේක්ෂතා ප්‍රවාදය මගින් කදිම පිළිතුරක් දුන්නේ ය. ඔහු කියා සිටියේ අවස්ථිති සමුද්දේශ රාමු නොමැති බව ය!

මහාචාර්ය නලින් ද සිල්වා

© Prof. Nalin De Silva