තාරකා විද්‍යාව

හෙවත්

නක්ෂත්‍රය

ජයසිරි.ටී.විජේරත්න

-2019-

Jt4s7vj@gmail.com

www.qsl.net/4s7vj

පටුන

පිටු අංකය

හැඳින්වීම, 4
විශ්වය, විශ්වයේ උපත, විශ්වයේ සීමාව 5
කාල තරණය, සමාන්තර ලෝක, චක්‍රාවාට හෙවත් මන්දාකිනි 6
වෙනත් මනුෂ්‍ය ලෝක, ක්ෂීරපථ චක්‍රාවාටය 7
තරු, 8
තරු පන්ති හෙවත් තරු රටා, තරු සිතියමක් 9
ධ්‍රැකෝ තරු පන්තිය, 10
රාශි චක්‍රය, නක්ෂත්‍රය සහ ජ්‍යෝතිෂය, ධ්‍රැවතාරකාව 11
දකුණු කුරුසය, ද්විත්ව තරු, කළු කුහර, 12
දීප්ත විශාලනය, දීප්ත විශාලනය සඳහා ගණිතමය සමීකරණය 13
කාලය මැනීම, මධ්‍යන්‍ය සූර්යයා දිනය, නක්ෂත්‍ර දිනය 14
මාධ්‍ය සූර්ය වේලාව, ප්‍රාදේශීය සම්මත වේලාව, ග්‍රීන්විච් මාධ්‍ය වේලාව හෙවත් ජාත්‍යන්තර වේලාව 15
කාල තීරු 16
කාල තීරු සහ ජාත්‍යන්තර දින රේඛාව 17
අධික අවුරුද්ද (කැලැන්ඩරයෙන් දින 10 ක් ඉවත් කිරීම) 18
ඛගෝලය (ක්‍රාන්ති වලය, මේෂ බින්දුව) 19
නක්ෂත්‍ර කාලය හෙවත් තාරකා කාලය , අයනාම්ශ, ඛන්ඩාංක පද්ධති, ක්ෂිතිජයාශ්‍රිත ඛණ්ඩාංක 21
ක්‍රාන්ති ඛන්ඩාංක (Ecliptic coordinates), 22
ඛගෝල ඛණ්ඩාංක සාජු (ආරෝහණය සහ ක්‍රාන්තිය) 23
මන්දාකිනි ඛන්ඩාංක 24
සූර්යයා ග්‍රහ මණ්ඩලය 25
දුර මැනීම සහ ඒකක (නක්ෂත්‍ර ඒකකය, ආලෝක වර්ෂ, පාසෙක්) 26
උල්කාපාත 27
කෘත්‍රිම චන්ද්‍රිකා නිරීක්ෂණය, ජාත්‍යන්තර අභ්‍යවකාශ මධ්‍යස්ථානය 28
ග්‍රහ වස්තුන් සහ ඒවායේ චන්ද්‍රයින් නිරීක්ෂණය 29
සූර්යග්‍රහන 30
චන්ද්‍රග්‍රහන 31
ධූමකේතු හෙවත් වල්ගා තරු, මාගේ ධූමකේතු නිරීක්ෂණ 32
ඉකේයා සෙකී කොහුටෙක්, හැලී 33
ඔස්ටින්, ලෙවී, හේල්බොප්, 34
ෂූමේකර් ලෙවි බ්‍රහස්පති මත පතිතවීම, සූර්යයා, චන්ද්‍රයා, හඳේ අපට නොපෙනෙන පැත්ත 35
හඳේ සිතියම් සහ ඡායාරූප, දෘශ්ටි උපකරණ 36
දර්පන, අවතල දර්පන 37
අවතල දර්පන, කාච 38
දූරේක්ෂය, නක්ෂත්‍ර දූරේක්ෂය 39
වර්ණාවලිමානය 40
තරුවල ඇති මූලද්‍රව්‍ය වල වර්ණාවලි, ඩොප්ලර් ආවරණය 41
තරු වල සාපේක්ෂ වේගය, තරු සිතියම් 42
ජූලියන් දර්ශකය (Julian day number), ගුරුත්වාකර්ශණය පිලිබඳ නිවුටන්ගේ නියමය 45
කෙප්ලර්ගේ නියම තුන 46
ගෝලීය ත්‍රිකෝණමිතිය (Spherical Trigonometry) 47
පෘථිවි අක්ෂයේ ආනතිය 50
පාරිභාෂික වචන ඉංග්‍රීසි-සිංහල 52
පාරිභාෂික වචන සිංහල - ඉංග්‍රීසි 54

හැඳින්වීම

තරු සහ ග්‍රහලෝක පිළිබඳව හදාරන විෂයය තාරකා විද්‍යාව හෙවත් තාරකා ශාස්ත්‍රය හෙවත් නක්ෂත්‍රය යනාදී වශයෙන් හඳුන්වනු ලැබේ. මෙය ලෝකයේ පහල වූ පැරණිම විද්‍යාව යයි කීම අතිශයෝක්තියක් නොවේ. වසර දහස් ගණනකට පෙර අතීතයේ විසූ බුද්ධිමතුන් අහස නිරීක්ෂණය කිරීමට පුරුදු වීම තුලින් මෙම පැරණිම විද්‍යාව ආරම්භ විය. ජ්‍යොතිශය යනු වෙනත් විෂයයක් වුවත් එය ගොඩනැගී ඇත්තේ තාරකා විද්‍යාව පදනම් කරගෙනය.

ඉතා ඈත අතීතයේ සිටම ස්වභාව ධර්මය පිළිබඳව කුතුහලයක් මිනිස් සිතතුල පැවතුනි. මෙම කුතුහහලය අවස්ථා දෙකකට වෙන් කළහැකිය. පළමුවැන්න පොළවට සම්බන්ධ සොබාදහම වන අතර දෙවැන්න අහස පිළිබඳ කුතුහලයයි. එනම් ඉර, හඳ, තරු, ග්‍රහවස්තු, ග්‍රහක ධූමකේතු හෙවත් වල්ගාතරු, උල්කාපාත සහ වෙනත් ආකාශ වස්තු පිළිබඳ කරුණු සොයා බැලීමයි.

මෙහිදී ප්‍රමුඛ ස්ථානයක් හිමිවිය යුත්තේ තරුවලට වුවත්, තරුවක ආයු කාලය අවුරුදු ට්‍රිලියන ගණනකටත්, නැතහොත් කල්ප අසංඛෙයිය ගණනකටත් වැඩි බැවින් සත්‍ය තොරතුරු ලබාගැණීමට මිනිස් ඉතිහාසය ප්‍රමාණවත් නොවේ. බොහෝ පොත්පත් වල සඳහන් වන්නේ උපකල්පිත තොරතුරුය. ඒවායේ කිසිම ප්‍රායෝගික සත්‍යතාවයක් නොමැත. සිතින් මවාගත් තොරතුරු සම්භාරයක් පදනම් කරගෙන ඇත.

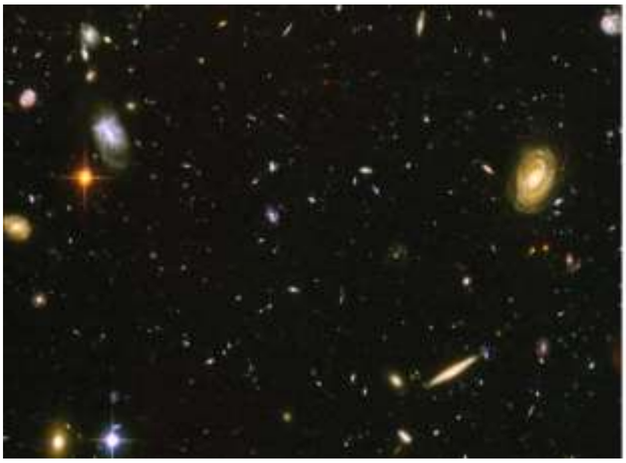
විශ්වය (universe)

විශ්වය යනු පොළවද ඇතුළුව ඉර, හඳ, තරු පමණක් නොව සියළුම දේවල් පවතින ප්‍රදේශයයි. මේ පිළිබඳව නොයෙක් මත පවතී. ඉන් සමහරක් නම් විශ්වයේ උපත, විශ්වයේ විනාශය සහ විශ්වයේ සීමාව, විශ්වයේ ප්‍රසාරණය, යනුවෙන් දැක්විය හැකිය. මේවා පිළිබඳ සත්‍ය තොරතුරු ඉදිරිපත් කළහැකි කිසිවෙක් සිටින බවක් විශ්වාස කළ නොහැකිය. විශ්වයේ සීමාවක් ඇත යන මතයද, විශ්වය ප්‍රසාරණය වෙමින් පවතී යන මතයද, සමහර තාරකා විද්‍යාඥයින් තුල පවතී. නමුත් එය සනාථ කිරීමට කිසිදු සාක්ෂියක් කිසිවෙකුටත් ඉදිරිපත් කළ නොහැකිය. එපමණක් නොව එය මිත්‍යා මතයක් බව තර්කානුකූලව පෙන්වාදිය හැකිය. ඊට පදනම් වී ඇති එකම කරුණ නම් අපගේ ඉන්ද්‍රියයන්ට ගෝචරවන සෑම දෙයකටම සීමාවක් නැතහොත් විශාලත්වයක් පැවතීමයි. <u>සීමාවක් නැති එකම එක දෙය විශ්වය පමණි.</u> සීමාවක් නැත්තම් ප්‍රසාරණය වෙනවා යයි කීම තේරුමක් නැති කතාවකි. අප සෑම දෙයක් පිළිබඳවම යම් අදහසක් ඇතිකර ගන්නේ වෙනත් දේකට සාපේක්ෂව සලකා බැලීමෙනි. විශ්වයට සම කළහැකි කිසිවක් අපගේ ඉන්ද්‍රියයන්ට හසු නොවන බැවින්, එහි සීමාවක් ඇත්නම් ඉන් එහාට ඇත්තේ කුමක්ද යන ප්‍රශ්ණයට පිළිතුරු නැත. මේ පිළිබඳව සවිස්තරාත්මකව ප්‍රසිද්ධ කර ඇති සිද්ධාන්තය නම් මහාපිපිරුම් වාදයයි. (big bang theory) මාගේ පෞද්ගලික මතය නම් **<u>මහා පිපිරුම්වාදය යන්න පට්ටපල් බොරුවක් යනුයි.</u>** එය සනාථ කිරීම සඳහා අබමල් රේණුවක තරම්වත් සාක්ෂියක් නැත. මෙම අදහස කවුරුන් හෝ අණුවන පුද්ගලයෙකුගේ මෝඩ සිතිවිල්ලක් පමණි.

විශ්වයේ උපත සිදුවූයේ කවදාද යන පැනයද මෙවැනිම එකකි. මේ වසරේ ආරම්භය කවදාද යන පැනයට පිළිතුර පසුගිය ජනවාරි පළමුවැනිදාය. එසේනම් ඊට පෙර දිනය පසුගිය දෙසැම්බර් 31 වැනිදාය. නමුත් කාලයේ ආරම්භය කවදාදැයි යන පැනයට පිළිතුරු දිය හැකි කිසිවෙක් නැත. එය අසවල් දින යයි කිසිවෙක් පවසයි නම් ඊට පෙර වූ කාලය කුමක්දැයි යන පැනයට පිළිතුරක් නැත.

මෙම කරුණු පිළිබඳව කිසියම් අදහසක් දැක්වූ දෙදෙනෙක් පමණක් මිනිස් ඉතිහාසයේ සඳහන්ව ඇත. පළමුවැන්නා සර්වඥතා ඥානය හිමි බුදුරජානන් වහන්සේ වූ අතර, දෙවැන්නා ශ්‍රේෂ්ඨ විද්‍යාඥ ඇල්බට් අයින්ස්ටයින් වෙයි. බුදුන් වහන්සේ දේශනා කළේ එවැනි තොරතුරු සෙවීම නිශ්ඵල බවත් කිසිවෙකුටත් කිසිම කලෙක ඒවා සොයාගත නොහැකි බවත්ය. උදාහරණයක් ලෙස, මුගලන් මහරහතන් වහන්සේ විසින් විශ්වයේ සීමාව පිළිබඳව නැගූ ප්‍රශ්ණයකට පිළිතුරු දුන් බුදුන් වහන්සේ, විශ්වය පිළිබඳ ගවේශනය කළ නොහැකි බවත්, එහි සීමාව මෙතෙක් යයි කිව නොහැකි බවත්, ඒ පිළිබඳ ගවේශනය කිරීම කිසිම ඵල ප්‍රයෝජනයක් නොමැති දෙයක් බවත් පවසා ඇත. නමුත් ඉන් සෑහීමකට පත් නොවූ මුගලන් මහ රහතන් වහන්සේ තමා සතු අති මහත් ඍධි බලය යොදාගනිමින් චක්‍රාවාට මිලියන ගණනක් පසුකරමින් ආලෝක වර්ෂ ලක්ෂ ගණනක දුරක් දින හතක් තිස්සේ ගමන්කළ පසු, තවදුරටත් ඉදිරියට යාම නිශ්ඵල බව අවබෝධවූ බැවින්ද, නැවත ආපසු පැමිණීමට තවත් දින හතක් ගතවන බැවින්ද, පිරිනිවන් පෑමට තීරණය කළසේක. ඒ බව තම දිවැසින් දුටු බුදුන් වහන්සේ, තම අසීමිත ඍධි බලය භාවිත කරමින් සැනෙකින් මුගලන් මහ රහතන්වහන්සේව තමා ළඟට ගෙන්වාගත් බව ත්‍රිපිටකයේ සඳහන්ව ඇත.

එපමණක් නොව මේ සංසාරයේ ආරම්භය කිනම් වකවානුවකදැයි සෙවීම පවා කළ නොහැකි නිශ්ඵල කාරනාවක් බව බුදුන් වහන්සේ දේශනා කර ඇත. එක්තරා ධර්ම දේශනාවක් මගේ මතකයට එයි. බුදුරජානන් වහන්සේ දිනක්, රාත්‍රි අහස පිරික්සමින් සිටි, තාරකා විද්‍යාව පිළිබඳ උනන්දුවක් දක්වන භික්ෂූන් වහන්සේ නමක් අමතා යම් විශේෂ තරුවක් පෙන්වා, “දැන් ඒ තරුව තිබෙන තැන ගැන ඔබ දන්නවාද” යයි විමසන ලදී. ඔව් කියා ඒ දෙසට ඇඟිල්ල දිගුකර “අර පේන්නෙ, ඒක හැමදාම එතනම තියනව” යයි පැවසීය. එවිට බුදුන්වහන්සේ වදාළේ, “ඒක දැන් එතන නැහැ, මීට අවුරුදු කීපයකට පෙර පිපිරීමක් සිදුවෙලා ඒක විනාශ වුනා. දැන් පෙනෙන්නේ පිපිරුමට පෙර නිකුත්වූ අලෝකය පමණයි.” බුදුරජානන්වහන්සේගේ සර්වඥතා ඥානය හේතුකොටගෙන එවැන්නක් ප්‍රකාශ කළත්, කිසිම විද්‍යාඥයෙකුට එවැනි ප්‍රකාශයක් කළනොහැක. ආලෝකයේ වේගය පිළිබඳව උන්වහන්සේ දැනගෙන සිටි බව මෙයින් පැහැදිලි වන තවත් වැදගත් කරුණකි.



අපට කළහැක්කේ විශ්වයේ වර්තමාන තත්වය ගවේශනය කිරීම පමණි. විශ්වය, චක්‍රාවාට (galaxy) සහ කළුකුහර (black hole) අනන්ත සංඛ්‍යාවකින් සමන්විත බව දැනට සොයාගෙන ඇත. අනාගතයේදී තවත් දේ මීට එකතු වීමට ඉඩ ඇත. උදාහරණ ලෙස කළුකුහර පිළිබඳ සංකල්පය මීට අවුරුදු සියයකට ඉහත විසූ ශ්‍රේෂ්ට තාරකා විද්‍යාඥයින් පවා දැන සිටියේ නැත.

හබල් දූරේක්ෂයෙන් ගෙන ඇති මෙම ඡායාරූපයෙන්, අහසේ අපට පෙනෙන තිතක් වැනි ස්ථානයක පවතින චක්‍රාවාට දහස් ගණනක් දැක්වෙයි. මෙහි කුඩා තිත් ලෙස පෙනෙන සියල්ල චක්‍රාවාටයන්ය.

කාල තරණය

සරලව පවසන්නේ නම් කාල තරණය යනු අතීතයට සහ අනාගතයට යාමයි. කාලය යනු ඉදිරියට පමණක් ගෙවී යන්නකි. යම් සිද්ධියක් සිදුවූ පසු නැවතත් එය පළමු තත්වයට පත් කිරීම විහිළුවකි. එමෙන්ම ඉදිරියට සිදුවන දෙයක් කල්තියා නැරඹීමද තවත් විහිළුවකි. මේ පිළිබඳ මනඃකල්පිත කථාන්තර කියවන, නරඹන සමහරු ඒවාට රැවටී මුලාවට පත්වේ. සමහර විද්‍යාඥයින් පවා මුලාවී මෝඩ තර්ක ඉදිරිපත් කරන අතර, අබමල් රේනුවක තරම්වත් පිළිගතහැකි සාක්ෂියක් ලෝක ඉතිහාසයෙන් සොයාගත නොහැක. ඒ අනුව **කාලතරනය යනු අමූලික බොරුවකි**.

සමාන්තර විශ්ව හෝ සමාන්තර ලෝක

සමහරු දරන තවත් මතයක් නම් සමාන්තර විශ්ව සහ සමාන්තර ලෝක නමින් මේ ලෝකයට සර්ව සම තවත් ලෝකයක් පවතින බවය. මෙවැනි සුරංගනා කථා විශ්වාස කරන අඥවන පුද්ගලයින් රාශියක් මෙලොව ඇත.

චක්‍රාවාට (galaxy) හෙවත් මන්දාකිනි

චක්‍රාවාටයක් යනු තරු බිලියන හෝ ට්‍රිලියන ගණනක් පවතින සීමිත ප්‍රදේශයකි. එම තරු සියල්ල යම් සීමිත ප්‍රදේශයක් තුල විහිදී පවතියි බොහෝ චක්‍රාවාට සරපිලාකාර හැඩයක් ගනී. චක්‍රාවාටයක හැඩහුරුකම නිරීක්ෂණය කළහැක්කේ ප්‍රබල දූරේක්ෂයකින් පමණි. මෙතෙක් නිරීක්ෂණය කරනලද සෑම චක්‍රාවාටයක්ම සිතියම්ගත කර නම්කර ඇත. ඒවායේ ඡායාරූප පොළව මත ස්ථාපිත දූරේක්ෂ මගින්ද වඩාත් පැහැදිලි ඡායාරූප, පෘථිවිය වටා කක්ෂගතව ඇති හබල් දූරේක්ෂය මගින්ද ලබාගෙන ප්‍රසිද්ධ කර ඇත. නමුත් මෙම සියළුම ඡායාරූප පොළවට පෙනෙන අයුරු එකම දිශාවකින් ගත් ඒවා මිස වෙනත් දිශා එල්ලේ ගත් ඒවා නොවේ. එවැන්නක් ඇත් නම් එය චිත්‍ර ශිල්පියෙකුගේ මනසේ හටගත් නිර්මාණයක් හෝ පරිඝනක තාක්ෂණ ශිල්පියෙකුගේ මනසේ හටගත් නිර්මාණයක් මිස සත්‍ය එකක් නොවන බව තරයේ සිහි තබාගත යුතුය. ඊට හේතුව නම් එවැනි ඡායාරූපයක් ගන්නා කැමරාව, ආලෝකවර්ෂ දහස් ගණනක් දුරින් පිහිටිය යුතු වීමය. නමුත් එවැන්නක් මේ මිහිපිට සිටින කිසිවෙකුටත් කිසිම කලෙක ඉටුකළහැකි යයි විශ්වාස කළ නොහැකිය. දැනට ලබාගෙන ඇති තොරතුරු අනුව අපට

ළඟින්ම පිහිටි චක්‍රාවාටය වූ “Canis Major Dwarf Galaxy” (මහ බල්ලා තරු පන්තියට අයත්) පිහිටා ඇත්තේ ආලෝක වර්ෂ 25,000 ක් දුරින්ය. එනම් ආලෝකයේ වේගයෙන් ගියහොත් ඊට ළඟාවීම සඳහා අවුරුදු 25,000 ක කාලයක් ගතවේ.

ආලෝකයේ වේගය, තත්පරයට කි.මී. තුන් ලක්ෂයකි. (එවැනි වේගයක් ලබාගෙන ඇත්තේ ඍධි බලය හිමි රහතන් වහන්සේලා පමණි.) මෙතෙක් අභ්‍යවකාශ යානාවකට යාහැකිවූ උපරිම වේගය තත්පරයට කි.මී. 25ක් හෝ ඊට ආසන්න ප්‍රමාණයකි. මෙතෙක් ලොව පහලවූ ශ්‍රේෂ්ටම විද්‍යාඥයා වූ “ඇල්බට් අයින්ස්ටයින්” පවසා ඇත්තේ ආලෝකයේ වේගයට ආසන්න වේගයක් ලබාගැණීම කිසිවෙකුටත් කළ නොහැකි බවය.

වෙනත් මනුෂ්‍ය ලෝක

වෙනත් මනුෂ්‍ය ලෝක කිසිවක් මෙතෙක් සොයාගෙන නැත. නමුත් අපගේ චක්‍රාවාටය වන ක්ෂීරපථ මන්දාකිනිය තුල පමණක් මිනිස් ලෝක රාශියක් ඇති බව මගේ පෞද්ගලික විශ්වාසයයි. එපමණක් නොව විශ්වය තුල මිනිස් ලෝක අනන්ත ගණනක් පැවතිය හැකිය. ඒ අතර අපට වඩා දියුණු ලෝක බොහොමයක් තිබිය හැකිය. එය අපට තර්කානුකූලව උපමාවකින් මෙසේ දැක්විය හැකිය.

විශාල වැලි ගොඩක ඇති වැලිකැට රාශිය අනන්ත ගණනකි. ඉන් එක වැලි කැටයක් අතට ගන්න. ඒ හා සමාන වැලිකැට එකක්වත් එහි නැති බව කිසිවෙක් කියන්නේ නම් එය මිත්‍යාවකි, සාධාරන කියමනක් නොවේ.

මේ ලෝකය මෙන් ලෝක දහසක් එකට ගත් කල එය සහශ්‍රලෝකධාතුව ලෙස සලකන බව ත්‍රිපිටකයේ සඳහන්ව ඇත. බුදුන් වහන්සේ එලෙස දේශනා කර ඇත්තේ තම සර්වඥතා ඥානය හේතුකොටගෙන තවත් මනුෂ්‍ය ලෝක රාශියක් ඇතිබව නිසැකවම දන්නා නිසාය.

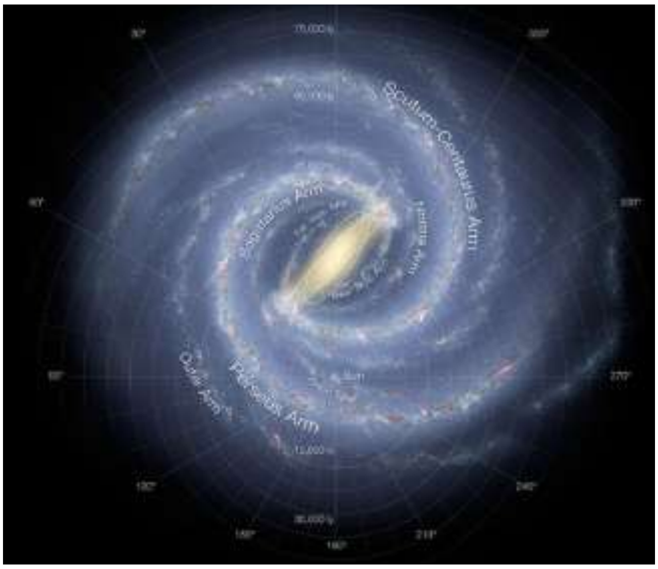
ක්ෂීරපථ චක්‍රාවාටය

අපගේ හිරු පිහිටන චක්‍රාවාටය, එනම් අපගේ සූර්යා ග්‍රහමණ්ඩලය පිහිටන චක්‍රාවාටය ක්ෂීරපථය (Milky Way) ලෙස නම්කර ඇත. එහි තරු බිලියන 100 සිට 400 ක පමණ ප්‍රමාණයක් පවතින බව ගණන්බලා ඇත. එම තරු සර්පිලාකාර ලෙස පිහිටන අතර අප සිටින්නේ එක් කෙළවරකට ආසන්නවය. එබැවින් එහි අප සිටින පැත්තට විරුද්ධ පැත්තේ පිහිටි තරු, වලාකුළක් ලෙස දිස්වේ. ඉහත ඡායාරූපයෙන් දැක්වෙන්නේ ඉතා පැහැදිලි අහසක් ඇති රාත්‍රියක ක්ෂීරපථයෙහි අපට පෙනෙන පැත්ත දිස්වන ආකාරයයි. එහි මැද පෙදෙස ධනු රාශියෙහි පිහිටයි. එම ඡායාරූපයේ මැද පෙදෙසෙහි දීප්තිමත් තරුවක් ලෙස දිස්වන්නේ බ්‍රහස්පති ග්‍රහයාය. එය ග්‍රහවස්තුවක් බැවින් සැම දිනකම එම ස්ථානයේ පිහිටන්නේ නැත.

මෙහි පහත ඇති රූපසටහනින් දැක්වෙන්නේ චිත්‍රශිල්පියෙකුට හැඟෙන ආකාරයට ක්ෂීරපථයේ හැඩහුරුකමය. එහි මධ්‍යයට පහළින් Sun ලෙස සඳහන්කර ඇත්තේ අපගේ සූර්ය ග්‍රහ මණ්ඩලයයි. හිරු පිහිටන්නේ එහි මධ්‍යයේ සිට ආලෝක වර්ෂ 26000 ක් පමණ දුරිනි. මෙවැනි ඡායාරූපයක් කිසි කලෙකවත් කැමරාවකින් ගත නොහැකිය. එවැන්නක් ගැණීමට නම් කැමරාව

පිහිටියයුත්තේ ආලෝකවර්ෂ දහස් ගණනක් දුරිනි. දැනට ලබාගෙන ඇති නිරීක්ෂණ සහ ගණනය කිරීම් වලට අනුව ක්ෂීරපථ චක්‍රාවාටයේ විශ්කම්භය ආලෝකවර්ෂ 100,000 ක් පමණ වන අතර එහි ගනකම ආලෝකවර්ෂ 2000 ක් පමණ වේ.

තරු (star)



ක්ෂීරපථ චක්‍රාවාටය

තරුවක් යනු කුමක්දැයි නොදන්නා කෙනෙක් නැත. නමුත් එහි නියම අර්ථය නොදන්නා අය බොහෝය. අහසේ අපට සාමාන්‍යයෙන් දක්නට ලැබෙන්නේ ඉර, හඳ, තරු සහ ග්‍රහවස්තූන්ය. මීට අමතරව ග්‍රහකද, ග්‍රහයින්ට අයත් චන්ද්‍රයින්ද, ධූමකේතුද, චක්‍රාවාටද දුරේක්ෂ මගින් දැකගත හැකිය. ඉතා සරලව පවසන්නේ නම් තරුවක් යනු ඉතා දීර්ඝ කාලයක් තිස්සේ ගිනිගෙන දැවෙන විශාල ආකාශ වස්තුවකි. ඇත්ත වශයෙන්ම එහි සිදුවන්නේ න්‍යෂ්ටික ප්‍රතික්‍රියාවකි. බොහෝ තරුවල සිදුවන මෙම න්‍යෂ්ටික ප්‍රතික්‍රියාව වසර බිලියන(10^9) හෝ ට්‍රිලියන(10^{12}) ගණනක් තිස්සේ සිදුවෙමින් පවතී.

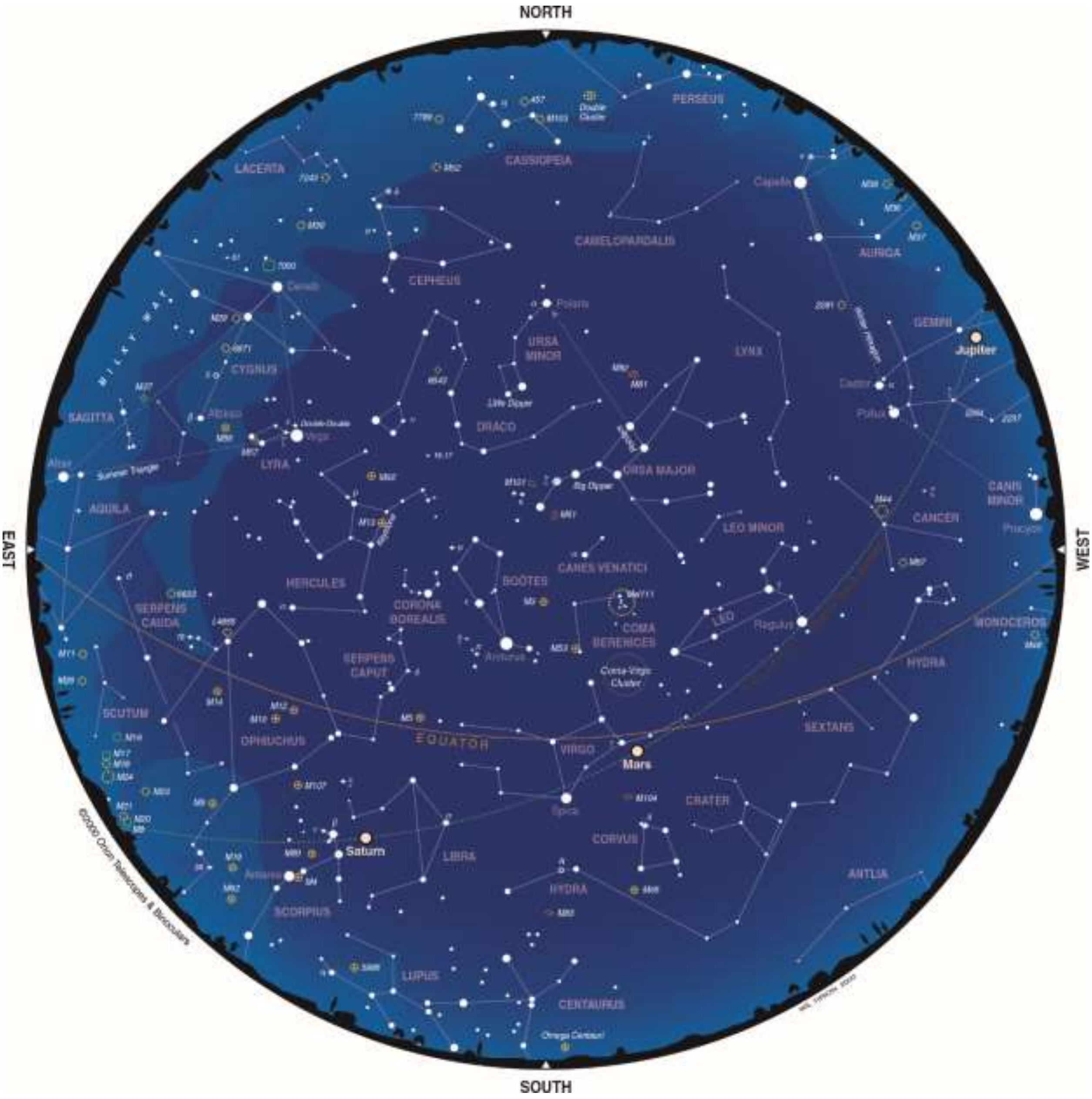
එලෙස දැවී අවසාන වූ පසු එය තරුවක් නොවේ, ඉන් තවදුරටත් ආලෝකයක් නිකුත් නොවන බැවිනි. සමහරවිට අපට හොඳින් පෙනෙන තරුවක් තවමත් හොඳින් පෙනුනද, අවුරුදු සියදහස් ගණනකට පෙර විනාශ වූවක් වියහැකිය. උදාහරණයක් ලෙස ආලෝකවර්ෂ 100ක් දුරින් පිහිටි තරුවක් අද විනාශ වූයේ නම්, අද ඉන් නිකුත්වන ආලෝකය අප වෙත ඒමට අවුරුදු 100ක් ගතවන බැවින් අද සිට අවුරුදු 100 ක් ගතවනතුරු එය අපට හොඳින් දිස්වේ.

තරුවකින් නිකුත්වන ආලෝකය වර්ණාවලිමානය (spectrometer) මගින් පරීක්ෂා කිරීමෙන්, එහි උෂ්ණත්වය, එහි අඩංගු මූලද්‍රව්‍ය සහ එහි වේගය ආදී තොරතුරු සොයාගතහැකිය. සෑම තරුවක්ම සෑම විටකම අතිවිශාල වේගයකින් චලනය වෙමින් පවතී. මේවා ඇත්තේ අතිවිශාල දුරකින් නිසා එම චලනය පැහැදිලිව නිරීක්ෂණය කළ නොහැකිය.

තරුවක උපත සහ විපත පිළිබඳව නොයෙක් මත පවතී. ඒ කිසිවක් සනාථ කිරීමට සුදුසු සාක්ෂි කිසිවක් මෙතෙක් සොයාගෙන නැත. ඊට හේතුව වනුයේ එවැනි සාක්ෂියක් ලබාගැනීම සඳහා වසර දහස් ගණනක් නිරීක්ෂණය කළයුතු වීමයි. එබැවින් එවැනි මත සියල්ල උපකල්පිත කරුණු මිස සත්‍ය ඒවා නොවේ.

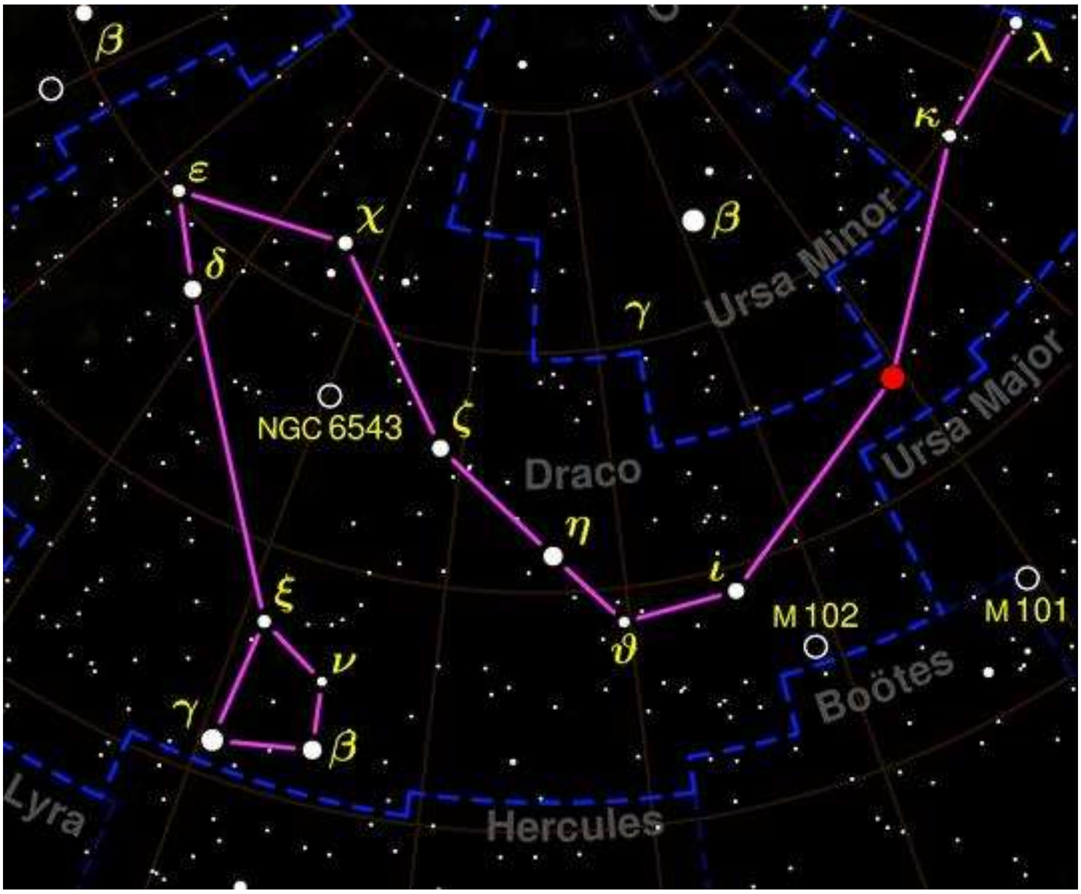
තරු පන්ති (constellation) හෙවත් තරු රටා

පැහැදිලි රැයක අහස නිරීක්ෂණය කළහොත් සෑමවිටම තරු පිහිටා ඇත්තේ එක්තරා නියමිත රටාවකට බව දක්නට ලැබේ. ඉතා ඈත අතීතයේ සිටම මෙවැනි තරු රටා නිරීක්ෂණය කළ අපගේ මුතුන්මිත්තෝ ඒවා හඳුනාගැනීම සඳහා නොයෙක් නම් පටබැඳ ඇත. උදාහරණ ලෙස, ඉන් කිහිපයක් නම්, මහ වලසා (Ursa major), කුඩා වලසා (Ursa minor), මහ බල්ලා(canis major), කැසියෝපියා (cassiopeia), මේශ (Aries), වෘශභ (Tauras), බූටස්(bootas), දඩයක්කාරයා(Orion) ආදී වශයෙනි.



ඉහත රූපසටහනින් දැක්වෙන්නෙ දුරේක්ෂ නිශ්පාදනයකර අලෙවි කරන "Orion Telescope" සමාගම මගින් ප්‍රසිද්ධකර ඇති තරු සිතියමකි. එය උත්තර අර්ධ ගෝලයේ අක්ෂාංශක 30^0 ක් පමණ වූ ප්‍රදේශයකට පෙනෙන අහසයි. ඒ බව ධ්‍රැවතාරකාවේ (Polaris, Pole star) පිහිටීමෙන් පැහැදිලි වේ. එහි මැද පෙදෙසෙහි Ursa Major සහ Bootes යන තරු පන්තිද ඊට තරමක් ඉහළින් (උතුරට බරව) ධ්‍රැව තාරකාව හෙවත් උත්තර තරුවද දිස් වේ.

එකිනෙකට ළඟින් දෘශ්‍යමාන වෙන තරු, රේඛා වලින් යාකළවිට යම් රූපයක් මවාගත හැකි නම් එම රූපයට නමක් දී එම නමින් හැඳින්වෙන තරු පන්තියක් ලෙස දක්වා තරු සිතියම් අඳිනු ලැබේ. නවීන තරු සිතියම් වල මුළු අහසම ආවරනය වන පරිදි පියවි ඇසට නොපෙනෙන තරුද ඇතුලත්වන පරිදි , එක් එක් තරු පන්තියට අයත් සීමාවන් දක්වා ඇත. ඒ අනුව සෑම තරුවක්ම කුමන හෝ තරු පන්තියකට ඇතුලත් වෙයි. එපමණක් නොව සෑම තරුවක්ම සුවිශේෂී බන්ඩාංක ක්‍රමයක් (ඍජු ආරෝහණය - Right Ascension සහ ක්‍රාන්තිය - Declination) අනුව සිතියම් වල දක්වා ඇත. (එය පසුව විස්තර කෙරේ)



ඉහත රූපසටහනේ දම් පැහැති රේඛා වලින් ඩ්‍රැකෝ (Draco) තරු පන්තියේ ප්‍රධාන තරු යා කෙරෙන රේඛා දැක්වෙන අතර නිල් පැහැති කඩ ඉරි වලින් දක්වා ඇත්තේ එයට අයත් සීමාවන්ය. ඊට ඉහළින් ඇත්තේ කුඩාවලහා (Ursa Minor) තරු පන්තියේ කොටසකි.

මේ එක් තරු පන්තියකට අයත් වන තරු සියල්ල, ළඟින් පිහිටා ඇතැයි යන වැරදි නිගමනයට නොඑළඹිය යුතුයි. යම් තරු දෙකක් ඉතාමත් ආසන්නව පිහිටන ලෙස දක්නට ලැබුනත් ඒවා අතර පරතරය ආලෝක වර්ෂ 50,000 ක් පමණ විය හැකිය. නමුත් එය ආලෝක වර්ෂ ලක්ෂ ගණනක් විය නොහැකිය. ඊට හේතුව, අපට තරු වශයෙන් වෙන් වෙන්ව පෙනෙන සෑම තරුවක්ම අපගේ හිරුමඬල අයත් ක්ෂීරපථ චක්‍රාවාටය තුල පිහිටීමයි. වෙනත් චක්‍රාවාට වලට අයත් තරු කිසිවක් වෙන්වෙන්ව නොපෙනෙන අතර, මුළු චක්‍රාවාටයම සමහරවිට තිතක් ලෙස පියවි ඇසට පෙනේ. ඉන් බොහොමයක් දැකගත හැක්කේ දුරේක්ෂ මගිනි.

සෑම තරු පන්තියකටම අයත් බොහොමයක් තරු දීප්තිමත්භාවය අනුව පිළවෙලට දක්වා ඇත්තේ ග්‍රීක් හෝඩියේ අක්ෂර මගිනි. ඒ අනුව යම් තරුපන්තියක දීප්තිමත්ම තරුව α(ඇල්ෆා) යනුවෙන්ද, (Draco-α) දෙවැන්න β(බීටා) යනුවෙන්ද (Draco-β), තුන්වැන්න γ (ගැමා) යනුවෙන්ද (Draco-ϒ), ඊළඟට δ (ඩෙල්ටා) ආදී වශයෙනි. එම රූපයේ M101, M102 යනුවෙන් දක්වා ඇත්තේ චක්‍රාවාටයන්ය. විස්තරාත්මක තරු සිතියම් සහිත පොත් රාශියක් ඉංග්‍රීසි, ජර්මන් සහ ඉතාලි ආදී භාෂා වලින් පලවී ඇති අතර අන්තර්ජාලයේද විවිධ තරු සිතියම් ඇත.

<u>රාශි චක්‍රය</u>

පැය 24 ක් තුල පෘථිවිය උතුරු-දකුණු අක්ෂය වටා, එක් වටයක් භ්‍රමණය වනවිට සියළුම තරු නැගෙනහිරින් පායා බටහිරින් බැසයන බව දක්නට ලැබේ. එනම් ඒවා අංශක 360 ක් ඔස්සේ ගමන්

කරන්නාක්මෙන් දෘශ්‍යමාන වේ. නමුත් සත්‍ය එය නොවේ, සියළුම තරු එම ස්ථාන වලම නිශ්චලව පවතින අතර පොළව අපත් සමග භ්‍රමණය වේ. මෙම 360^0 සමාන කොටස් 12 කට බෙදා වෙන්කර ඒවා රාශි දොලහක් ලෙස නම්කර ඇත. එක් එක් රාශියක් ඊට අදාල තරු පන්තියක නමින් හඳුන්වයි. ඒවා මේශ(Aries), වෘශභ(Taurus), මිථුන(Gemini), කටක(Cancer), සිංහ(Leo), කන්‍යා(Virgo), තුලා(Libra), වෘශ්චික(Scorpio), ධනු(Sagittarius), මකර(Capricorn), කුම්භ(Aquarius), මීන(Pisces) යනුවෙන් නම්කර ඇත. පැහැදිලි රාත්‍රියක අහස නිරීක්ෂණය කරමින් ඒවා හඳුනා ගැනීම ප්‍රයෝජනවත් වේ.

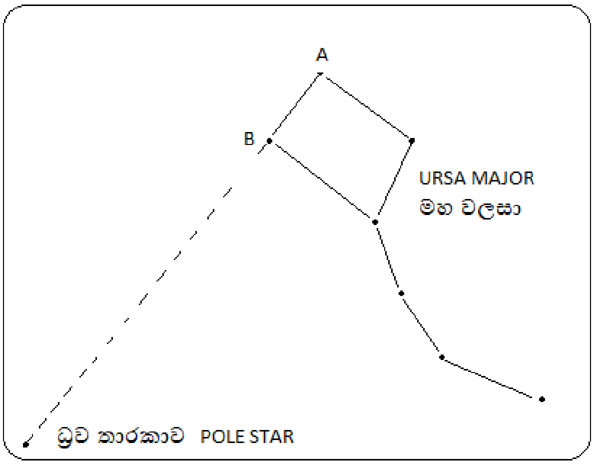
නක්ෂත්‍රය සහ ජ්‍යෝතිෂය

නක්ෂත්‍රය හෙවත් තාරකා විද්‍යාව යනු තරු සහ ග්‍රහ වස්තූන් පිළිබඳ අධ්‍යයනය සහ පර්යේශන වල නිරත වීමට අදාල විෂයයයි. ජ්‍යෝතිෂය යනු තාරකා විද්‍යාඥයින් සොයාගත් තොරතුරු සහ දත්ත උපයෝගි කරගනිමින් අනාවැකි පළකිරීම සඳහා භාවිත වන විෂයයයි. එලෙස අපගේ ජීවිත වලට, මෙසා විශාල දුරකින් පිහිටි තරු, බලපාන්නේ කෙසේදැයි බොහෝදෙනා තර්ක කරයි. නමුත් අවසාන ප්‍රථිඵලය සත්‍ය නම් එය පිළිගැණීම සාධාරනය. අනෙක් කරුණ නම් එය මිථ්‍යාවක් නම් අවුරුදු දසදහස් ගණනක් කල් නොනැසී පවතී යයි සිතීම අසීරුය. ඒ කෙසේ වෙතත් ඒ පිළිබඳව කිසිවක් සාකච්ඡා කිරීම මගේ විශයයට අදාල නොවේ.

වර්තමාන ජ්‍යෝතිස්ශාස්ත්‍රඥයින්ගෙන් වැඩිදෙනෙක් තාරකා විද්‍යාව පිළිබඳව කිසිවක් නොදන්නා අතර ඒවා ගැන කිසිම උනන්දුවක් නොදක්වයි. අවශ්‍ය දත්ත, ලිත් ඇසුරෙන් ලබාගනී. නමුත් ඈත අතීතයේ විසූ ජ්‍යෝතිස්ශාස්ත්‍රඥයින් අතර ලිත් භාවිතයක් නොතිබුනි. ඔවුන්, අවශ්‍ය දත්ත ලබාගත්තේ අහස නිරීක්ෂණය කරමින් සහ ගණනයකිරීම වලිනි.

උදාහරණයක් ලෙස දරුවෙක් උපන් වෙලාවේ එම සථානයට පෙනෙන අයුරු නැගෙනහිර ක්ෂිතිජයෙන් උදාවෙන රාශිය එම දරුවාගේ ලග්නය ලෙස හැඳින්වේ. දිවා කාලයේ සිදුවූ උපතක් සඳහා ලග්නය සොයාගැනීම, එදිනම රාත්‍රියේ කාලයේ රාශීන්ගේ පිහිටීම පරීක්ෂාකර ගණනය කිරීමෙන් කළහැකිය. එය තරු පිළිබඳ සාමාන්‍ය දැනුමක් ඇති ඕනෑම කෙනෙකුට කළ හැකිය. අවශ්‍ය වන්නේ තරුපන්ති හඳුනා ගැණීමේ හැකියාව පමණි.

ධ්‍රැව තාරකව



ශ්‍රී ලංකාවට ධ්‍රැව තාරකාව දිස්වන්නේ උතුරෙහි අංශක හතක් පමණ ඉහලිනි. (නිරීක්ෂකයා උත්තර අර්ධ ගෝලයේ සිටී නම්, මෙම කෝණය, නිරීක්ෂකයා සිටින ස්ථානයේ අක්ෂාංශකයට සමානය) ධ්‍රැව තාරකාව පිහිටා ඇත්තේ පෘථිවියේ භ්‍රමන අක්ෂයට ඉතාමත් ආසන්නව උතුරු දිශාවෙනි. මේ හේතුව නිසා පෘථිවිය භ්‍රමණය වීමේදී ධ්‍රැවතාරකාව එකම ස්ථානයක පවතින බවත් අනෙක් සියළුම තරු එය වටා පරිභ්‍රමණය වන බවත් (නැගෙනහිරින් පායා බටහිරින් බැස යයි) දක්නට ලැබේ. දක්ෂිණ අර්ධගෝලයේ සිටින්නන්ට ධ්‍රැවතාරකාව කිසිම දිනක දක්නට නොලැබේ. අප රටට ධ්‍රැව තාරකාව නිරීක්ෂණය කිරීම තරමක් අපහසුය. ඊට හේතු දෙකක් ඇත. පළමුවැන්න, එය ක්ෂිතිජයට ආසන්නව පිහිටීමයි. දෙවැන්න නම් එය දීප්තියෙන් අඩු එකක් වීමයි. (එහි දීප්ත විශාලනය +2ක් පමණ වෙයි) ක්ෂිතිජයට ආසන්නව මීදුමක

ආකාරයෙන් විසිරුනු වලාකුළු සැමවිටකම පැවතීමත්, මාර්ගවල ඇති විදුලි පහන් හේතුකොටගෙන පවතින ආලෝක දූශනයත්, ප්‍රධාන හේතූන්ය.

ධ්‍රැව තාරකාව හඳුනා ගැනීමට පහසු ක්‍රමයක් ඉහත රූපසටහනින් දැක්වේ. පළමුව තරු හතකින් සමන්විත මහවවලසා තරුපන්තිය හඳුනාගන්න. ඉන්පසු එහි දැක්වෙන පරිදි, දික් කරනලද AB රේඛාවේ A සහ B තරු දෙක අතර පරතරය මෙන් හතර ගුණයක් පමණ දුරක්, B සිට මැනගත්විට ලැබෙන ස්ථානයේ ධ්‍රැව තාරකාව පිහිටයි. ඒ අවට වෙනත් තරු කිසිවක් පැහැදිලිව නොපෙනෙන බැවින් එය හඳුනාගැණීම එතරම් අපහසු නොවේ.

දකුණු කුරුසය (Southern cross)

දක්ෂිණ ධ්‍රැවය ආසන්නයේ පැහැදිලිව පෙනෙන තරු කිසිවක් නැත. නමුත් දකුණු දිශාවේ පෙනෙන දීප්තිමත් තරු හතරකින් සමන්විත තරුපන්තියක් වන දකුණු කුරුසය පහසුවෙන් හඳුනාගත හැකිය.

ද්විත්ව තරු (Double Star)

එකිනෙකට ආසන්නව තරු දෙකක් පිහිටනවිට සැමවිටම එකක් වටා අනෙක පරිභ්‍රමණය වෙමින් පවතී. වඩාත් පැහැදිලිව පවසන්නේ නම්, තරු දෙකම ඒවායේ පොදු ගුරුත්ව කේන්ද්‍රය වටා පරිභ්‍රමනය වේ. මෙවැනි පද්ධති ද්විත්ව තරු ලෙස හැඳින්වේ. උදාහරණ ලෙස දකුණු කුරුසය තරු පන්තියේ පිහිටි Acrux තරුව ද්විත්ව තරුවකි. පියවි ඇසට පෙනෙන ද්විත්ව තරු දහස් ගණනක් ඇත. ඒවා වෙන් කොට හඳුනා ගැනීමට නම් අනර්ඝ (අධික විශාලනයක් සහිත) දූරේක්ෂයක් භාවිත කළයුතුය.

කළු කුහර (Black Hole)

කළු කුහර පිළිබඳ සංකල්පය ප්‍රථම වරට ඉදිරිපත් කළේ 1915 දී පමණ ශ්‍රේෂ්ට විද්‍යාඥ ඇල්බට් අයින්ස්ටයින් විසිනි. එහි ඇති වැදගත්ම දේ නම්, එසේ ඉදිරිපත් කළේ ඒ පිළිබඳ කිසිම සොයාගැනීමකින් තොරව සෛද්ධාන්තිකව වීමයි. ප්‍රායෝගිකව සොයාගනු ලැබුවේ 1965 තරම් මෑත කාලයේය.

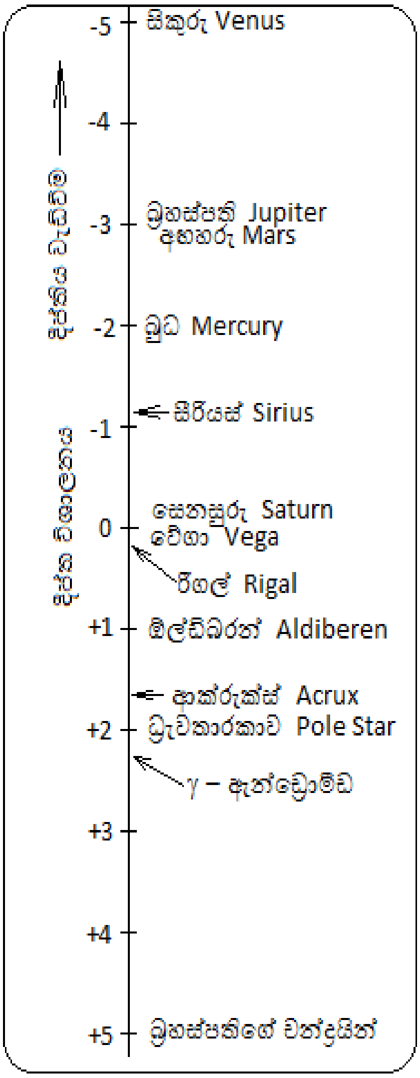
කළුකුහරයක් යනු ඉතා විශාල ගුරුත්වාකර්ශණයක් සහිත, අතිවිශාල ස්කන්ධයක් ඉතා කුඩා පරිමාවක් තුලට ඒකරාශි වූ ස්ථානයක් ලෙස සැලකිය හැකිය. එබැවින් එය අසලට එන ඕනෑම දෙයක් එය තුලට ගිලගනී. නැවත ආපසු ඒමක් ගැන සිතීමටවත් නොහැකිය. කළුකුහරයට එල්ල වෙන ආලෝක කිරණයක් වුවද එය තුලටම ගිලගනී, පරාවර්තනය හෝ වර්තනය හෝ විනිවිද යාමක් සිදු නොවන බැවින් ඒ පිළිබඳ පර්යේශන කිරීමට අවශ්‍ය කිසිම දත්තයක් සොයාගැණීම ඉතා දුශ්කරය.

දැනට සොයාගත් කරුණු අනුව බොහෝ මන්දාකිනි වල කේන්ද්‍රයේ (හරි මැද) කළුකුහරයක් ඇත. ඒවා මගින් ඒ අසල ඇති තරු එනම් අපේ සූර්යයා මණ්ඩලය වැනි ග්‍රහ මණ්ඩල මුළුමනින්ම ගිලගනී. ක්ෂීරපථ චක්‍රාවාට කේන්ද්‍රයේද, කළුකුහරයක් ඇති බව සොයාගෙන ඇත. එහි ස්කන්ධය සූර්යයා මෙන් මිලියන හතරක් පමණ බව අනුමාන කිරීමට ප්‍රමාණවත් සාධක ලබාගෙන ඇත. එය Sagittarius-A යනුවෙන් නම්කර ඇත. සූර්යයා ස්කන්ධ මිලියන 6 ක් තරම් විශාල ඒවා දැනට සොයාගෙන ඇත. චන්ද්‍රයා තරම් වූ වස්තුවක් කළුකුහරයක් තුලට ගිලගත් පසු එහි විශ්කම්භය මිමී. 1 ක් තරම් කුඩා වේ. සූර්යයා තරම් වූ වස්තුවක් කිලෝ මීටරයක් තරමට සංකෝචනය වේ.

සෑම දෙයක්ම සෑදී ඇත්තේ ඉතා කුඩා අංශු වූ පරමාණු වලිනි. මේවායේ මැද කොටස ඉතා කුඩා වූ න්‍යෂ්ටිය නමින් හැඳින්වේ. න්‍යෂ්ටිය තුල නියුට්‍රෝන සහ ප්‍රෝටෝන නමැති ඉතා කුඩා අංශු සමූහයක් පවතී. එය වටා අධික වේගයකින් පරිභ්‍රමණය වන ඉලෙක්ට්‍රෝන සමූහයකි. න්‍යෂ්ටිය සහ ඉලෙක්ට්‍රෝන අතර හිස් අවකාශයක් පවතී. පරමාණුවක සම්පූර්ණ පරිමාවෙන් 99.99% ක්ම හිස් අවකාශවකි. මෙම හිස් අවකාශය අතුරුදහන් වුවහොත්, එනම් ඉලෙක්ට්‍රෝන, ප්‍රෝටෝන සහ නියුට්‍රොන යන සියල්ල

එකිනෙකට ස්පර්ශ වන ලෙස කැටි වුවහොත්, එය කළුකුහරයක ස්වභාවයක් ගනී. මෙහි ඉතා අධික ස්කන්ධයක් ඉතා කුඩා ප්‍රදේශයක් තුල පවතී. උදාහරණයක් ලෙස, පස්මහල් ගොඩනැගිල්ලක් ඉහත කී අයුරු කැටි කළහොත්, එහි ප්‍රමාණය අල්පෙනෙති හිසක් තරම් වෙයි.

දීප්ත විශාලනය (visual magnitude)



දීප්ත විශාලනය යනු අවකාශ වස්තුන්ගේ දීපතිමත්භාවය පිළිබඳ මිනුමක් සංඛ්‍යාත්මකව දැක්වීමයි. මෙම සංඛ්‍යාත්මක අගය, දැක්විය හැක්කේ, තරමක් සංකීර්ණ ගණිතමය සමීකරණයක් මගින් පමණි. මෙම අගය වැඩි වීමත් සමග දීප්තිය අඩු වේ. මේ අනුව ඕල්ඩිබරන් තරුව සහ සෙනසුරු ග්‍රහයාගේ දීප්තවිශාලනය +1 වේ. මෙය පළමුවන විශාලත්වයේ තරු ලෙසද සඳහන් කරනු ලැබේ. දීප්තියෙන් තරමක් අඩු ධ්‍රැව තාරකාවේ දීප්තවිශාලනය +2 වේ. මෙය දෙවන විශාලත්වයේ තරුවක් ලෙස සඳහන් කෙරේ. හයවැනි විශාලත්වය (+6) දක්වා ඉතාම පැහැදිලි රැයක පියවිඇසින් දැකගතහැකිය. මේ සඳහා සුදුසු පරිමාණයක් රූපසටහනින් දැක්වේ. එම පරිමාණයට අනුව පූර්ණ චන්ද්‍රයාගේ දීප්ත විශාලනය -13වන අතර සූර්යයා සඳහා -26 යන අගය ලැබේ. ජාත්‍යන්තර අභ්‍යවකාශ මධ්‍යස්ථානය (ISS) සඳහා -6 වේ. බ්‍රහස්පති සහ අඟහරු සඳහා -3 වේ. සෙනසුරු සඳහා 0 වේ.

තවත් ආකාරයකට මෙම සැසඳීම දැක්විය හැකිය. එනම් පළමුවන විශාලත්වයේ තරුවක දීප්තිය 6වැනි විශාලත්වය මෙන් 100 ගුණයකි. 100හි පස්වැනි මූලය 2.512 වේ ($100^{1/5}=2.512$ හෙවත් $2.512^5=100$). මේ අනුව 1 වැනි විශාලත්වය 2 වැනි විශාලත්වය මෙන් 2.512 ගුණයක් වේ. 3 වැනි විශාලත්වය මෙන් 2.512^2 ගුණයකි. 4 වැන්න මෙන් 2.512^3 වේ. 5 වැන්න මෙන් 2.512^4 වේ. 6 වැන්න මෙන් 2.512^5 ගුණයක් වේ. එනම් 1වැනි විශාලත්වය, 6 වැන්න මෙන් 100 ගුණයකි. මෙම ක්‍රමය ඉදිරිපත් කළේ 1856 දී තාරකා විද්‍යාඥ "නෝමන් පොග්සොන්" (Norman Pogson) විසිනි.

දීප්ත විශාලනය සඳහා ගණිතමය සමීකරනය

මෙහිදී අවකාශ වස්තු දෙකක දීප්තිය සැසඳීමක් සිදු කෙරේ. ඒවායේ දීප්ත තීව්‍රතාවය (Intensity or Brightness) වර්ග මීටරයට වොට් (Wm^{-2}) I_1 සහ I_2 ලෙසත්, දීප්ත විශාලනය පිළිවෙලින් m_1 සහ m_2 ලෙසත් ගනිමු. එවිට ඒවා අතර සම්බන්ධතාවය අර්ථ දැක්වෙනුයේ පහත සඳහන් සමීකරණයෙනි.

$$m_2 - m_1 = 2.5 \, Log(I_1 / I_2)$$

මේ අනුව,

$$m_1 = m_2 - 2.5 \, Log(I_1 / I_2)$$

මෙහි I_1 සහ I_2 පරීක්ෂනාත්මකව මැනගත හැකිය. m_2 සඳහා, සැසඳීමට භාවිත කරන අවකාශ වස්තුවේ දීප්ත විශාලනය සම්මත අගයක් ලෙස ගනු ලැබේ.

කාලය මැනීම

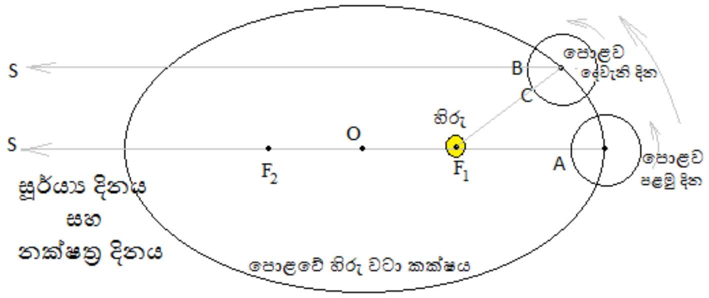
යම් පුනරාවර්තන සිදුවීම් දෙකක් අතර කාලය සලකා බැලීමෙන් කාලය මැනීම ඈත අතීතයේ සිටම මිනිසා පුරුදුව සිටියහ. ඒ ඇසුරෙන් විවිධ කාල ඒකකද භාවිතයට ගැනුනි. මින් සරලම ඒකකය වූයේ දවසය. එය සරලව දක්වන්නේ නම් ඉර පායන මොහොතක සිට පසුවදා ඉර පායන මොහොත දක්වා කාලයයි. එය, පෘථිවිය තම අක්ෂය වටා එක් වටයක් සම්පූර්ණ කිරීමට ගතවන කාලයයි. පුර පසළොස්වක දිනක සිට ඊළඟ පුරපසළොස්වක දිනය දක්වා කාලය චන්ද්‍ර මාසයකි. පෘථිවිය හිරු වටා එක් වටයක් සම්පූර්ණ කිරීමට ගතවන කාලය අවුරුද්දකි. මෙම ඒකකවල නිරවද්‍යතාවය පිළිබඳ ගැටළු මතුවුවද, මිනිසාගේ සාමාන්‍ය ජන ජීවිතයට ඒවායේ එතරම් බලපෑමක් නැත. තාරකාවිද්‍යාව සහ අනෙකුත් විද්‍යාවන්ගේ දියුණුවත් සමගම වඩා නිවැරදි කාල ඒකකයක අවශ්‍යතාවය මතුවිය. කෙසේ වෙතත් ලොව පැරණිම විද්‍යාවක් වූ තාරකා විද්‍යාව සඳහා කාලය මැනීමේ නිවැරදි ක්‍රම අතීතයේ පවා භාවිතයට ගැනුනි. දිනය අනුව පැය, විනාඩි සහ තත්පර යන ඒකක අර්ථ දක්වා ඇත.
අද තත්පරය ඉතා නිවැරදි ලෙස අර්ථ දක්වා ඇත්තේ සීසියම් පරමානුවක සිදුවන කම්පන උපයෝගී කරගැනීමෙනි. මේ අනුසාරයෙන් ක්‍රියාත්මක වන ඔරලෝසුව පරමාණුක ඔරලෝසුව ලෙස හැඳින්වේ.

මධ්‍යන්‍ය සූර්යා දිනය (Mean Solar Day)

තමා සිටින ස්ථානයත් පොළවේ භ්‍රමණ අක්ෂය වන උතුරු, දකුණු ධ්‍රැව යා කෙරෙන සරල රේඛාවත් හරහා පවතින තලය (සිරස්) තමා සිටින ස්ථානයේ ආධ්‍රැවකය (meridian) ලෙස හැඳින්වේ. හිරු මුදුන්වීම යනු හිරුගේ කේන්ද්‍රය තම ආධ්‍රැවකය හරහා ගමන්කරන බව පෙනෙන මොහොතයි.

එක් අවස්ථාවක හිරු මුදුන්වී පසුදින හිරු මුදුන්වීම දක්වා ගතවූ කාලය සූර්යා දිනයක් වේ. වසරක් තුල පවතින සියළුම සූර්යා දිනවල මධ්‍යන්‍ය අගය (සාමාන්‍ය අගය) මධ්‍යන්‍ය සූර්යා දිනය (mean solar day) නමින් හැඳින්වේ.

දකුණු පැත්තේ ඇති රූපයේ දැක්වෙන ඉලිප්සාකාර මාර්ගය හිරු වටා ගමන් කරන පෘථිවියේ කක්ෂයයි. එහි කේන්ද්‍රය O ලෙසද, ඉලිප්සයේ නාභීය ලක්ෂ්‍යයන් දෙක F_1 සහ F_2 වේ. රූපයේ A යනු එක් දිනක, නිරීක්ෂකයාගේ ආධ්‍රැවකය හරහා හිරු ගමන්කරන මොහොතයි. එනම් හිරු මුදුන් වීමයි.



C යනු පසු දින හිරු මුදුන් වන මොහොතයි. A සිට C දක්වා කාලය සූර්යා දිනයයි. තවද මෙම රූප සටහනින් දැක්වෙන්නේ පෘථිවියේ භ්‍රමන අක්ෂයේ උතුරු දිශාවේ ඈත සිට නිරීක්ෂණය කරනවිට පෙනෙන ආකාරයයි.

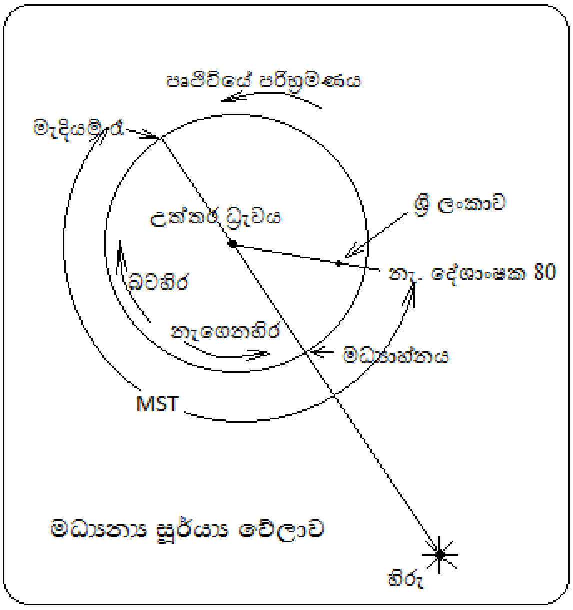
නක්ෂත්‍ර දිනය (Siderial day)

ඉහත රූපයේ S යනුවෙන් දැක්වෙන්නේ ඉතා ඈත පිහිටි තරුවකි. (මෙහි දැක්වෙන පරිදි නොව, හිරු පෙනෙන්නට නැති අවස්ථාවක් ලෙස සලකන්න) පළමු දින එකී තරුව, ආධ්‍රැවකය හරහා යන මොහොත A ලෙසද, පසුවදා එම තරුවම ආධ්‍රැවකය හරහා යන මොහොත B ලෙසද ගනිමු. එකී කාල පරාසය නක්ෂත්‍ර දිනයක් ලෙස අර්ථ දැක්වේ. නක්ෂත්‍ර දිනය සූර්යා දිනයට වඩා මිනිත්තු හතරකින් පමණ අඩු

කාලයකි. මධ්‍යන්‍ය සූර්යා දිනයක් පැය 24 හෙවත් තත්පර 86400 ක් වන අතර නක්ෂත්‍ර දිනයක් තත්පර 86164.0906 ක් වේ.

මධ්‍යන්‍ය සූර්‍යය වේලාව (MST)

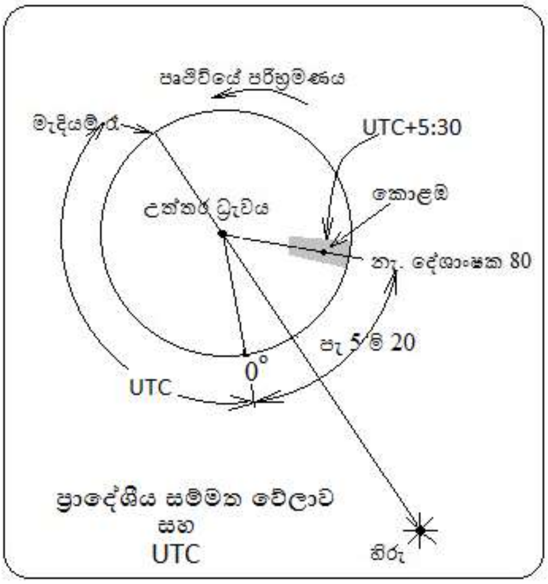
මධ්‍යන්‍ය සූර්යා වේලාව (mean solar time) යනු සූර්යයාගේ පිහිටීම ඇසුරෙන් ගණනය කරනු ලබන වේලාවයි. මෙහි ඇති රූපයේ දැක්වෙන්නේ උත්තරධ්‍රැවයට ඉහළින් ඉතා දුර සිට බලනවිට පෘථිවිය පෙනෙන ආකාරයයි. මෙහි හිරු මුදුන්වී ඇති දේශාංෂකයෙහි වේලාව මධ්‍යාහ්නයයි. ඊට ප්‍රතිවිරුද්ධ දේශාංෂකයෙහි වේලාව මැදියම් රාත්‍රියයි. එම දේශාංෂකයේ සිට ශ්‍රී ලංකාව පිහිටි දේශාංෂකය (නැ. දේ. 80^0) දක්වා ඇති කෝණය අංශක වලින් ගෙන පැය මිනිත්තු වලට හැරවූ විට (360^0 = පැය 24) ලැබෙන අගය මධ්‍යන්‍ය සූර්යා වේලාවයි.



ප්‍රාදේශීය සම්මත වේලාව, ග්‍රිනිච් වේලාව සහ ජාත්‍යන්තර වේලාව (Local Standard Time , GMT and UTC)

ඉහත කී පරිදි ලබාගත් වේලාව නිවැරදි වේලාව වුවත් දේශාංෂකය, අංශකයකින් වෙනස්වන විට වෙලාව මිනිත්තු හතරකින් වෙනස් වේ. එබැවින් එය සාමාන්‍ය ජනජීවිතයට නුසුදුසුය. මේ හේතුව නිසා මුළු මිහිතලයම කාල පරාස හෙවත් කාලතීරු 38 කට බෙදා වෙන්කර ඇත. සම්මතයක් ලෙස පැයක තීරු 25 ක්ද, තවත් අසම්මත තීරු 13ක්ද මේ අතර වෙයි. සම්මත කාලතීරුවක් 15^0 ක දේශාංෂක පරතරයක දළ වශයෙන් පිහිටන අතර සමහර ඒවා රටවල් වල දේශ සීමා නිසා සංකීර්ණ සීමාවලින් යුක්තය.

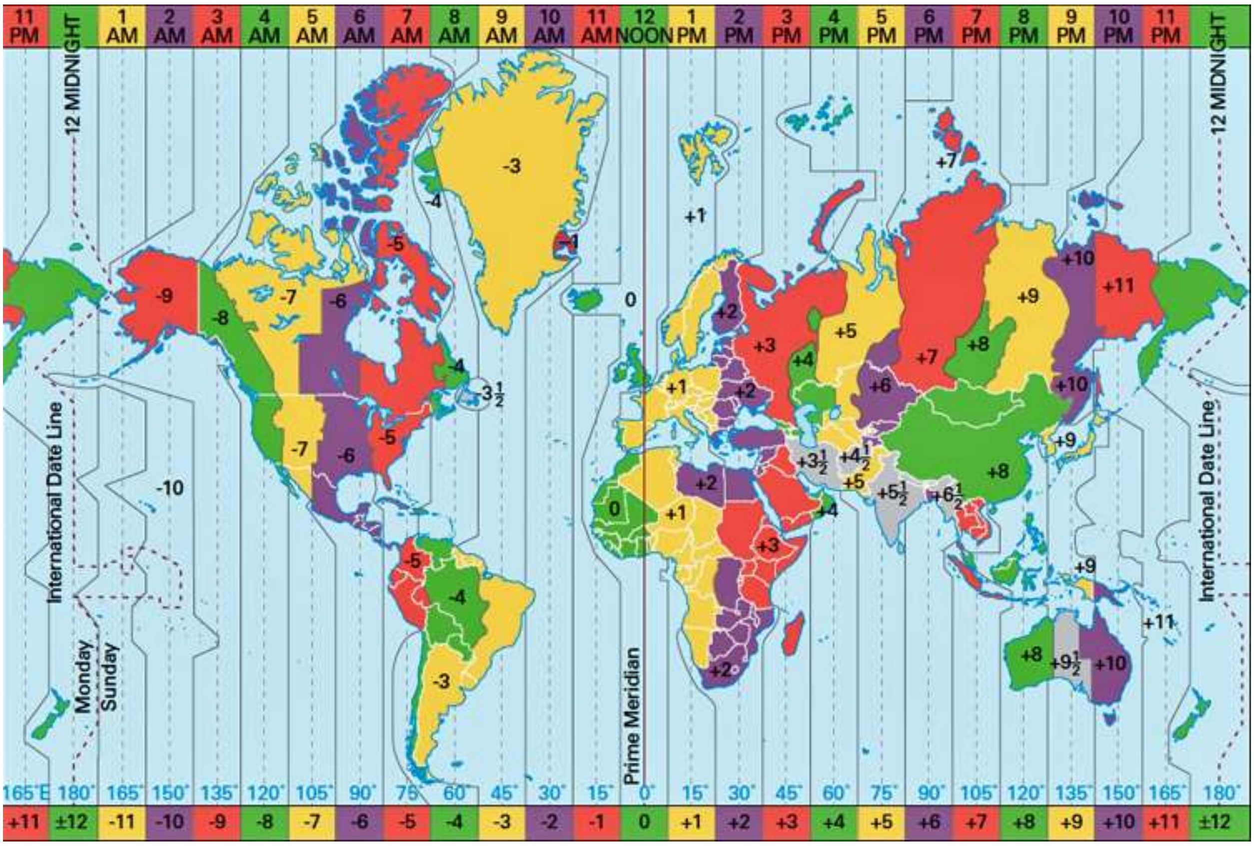
වර්ෂ 1884 දී ලොව බලවත් රාජ්‍ය කීපයක් මැදිහත් පවත්වනලද International Meridian Conference නමැති සම්මේලනය මගින් තීරණය කළ පරිදි, මහා බ්‍රිතාන්‍යයේ ග්‍රිනිච් නගරයේ පිහිටි රාජ්‍ය පර්යේශණාගාරය (Royal Observatory) හරහා ඇති දේශාංෂකය අංශක 0^0 දේශාංෂක රේඛාව ලෙස සම්මත කරගන්නා ලදී. තවද එම දේශාංෂකයට අදාල මධ්‍යන්‍ය සූර්යා වේලාව ග්‍රිනිච් මාධ්‍ය වේලාව (GMT) ලෙසද නම් කෙරුනි. මෑත කාලයේ ජාත්‍යන්තර වේලාව (UTC – Universal coordinated Time) වශයෙන් වවන



සංශෝධනය කෙරුනි. ශ්‍රී ලංකාව සහ ඉන්දියාව UTC+5:30 යන කාල තීරුවට අයත් වේ.

කොළඹ දේශාංෂකය 80^0 ක් පමණ බැවින් (80^0 = පැ5, මි20) මධ්‍යනා සූර්යා වේලාව UTC+5:20 වන නමුත් සම්මත වේලාව වශයෙන් මුළු ලංකාවටම භාවිත කරන්නේ UTC+5:30 යන අගයයි. එලෙසම ඉන්දියාවේ නැගෙනහිර සහ බටහිර සීමාවන්හි කාල වෙනස පැය1, මි20 ක් පමණ වුවත් මුළු රටටම හිමි සම්මත වේලාව UTC+5:30 යන අගයයි. මෙම රූපසටහනේ කොළඹ අවට අඳුරුකර ඇති ප්‍රදේශය මුළුමනින්ම UTC+5:30 යන සම්මත අගයට යටත්ය.

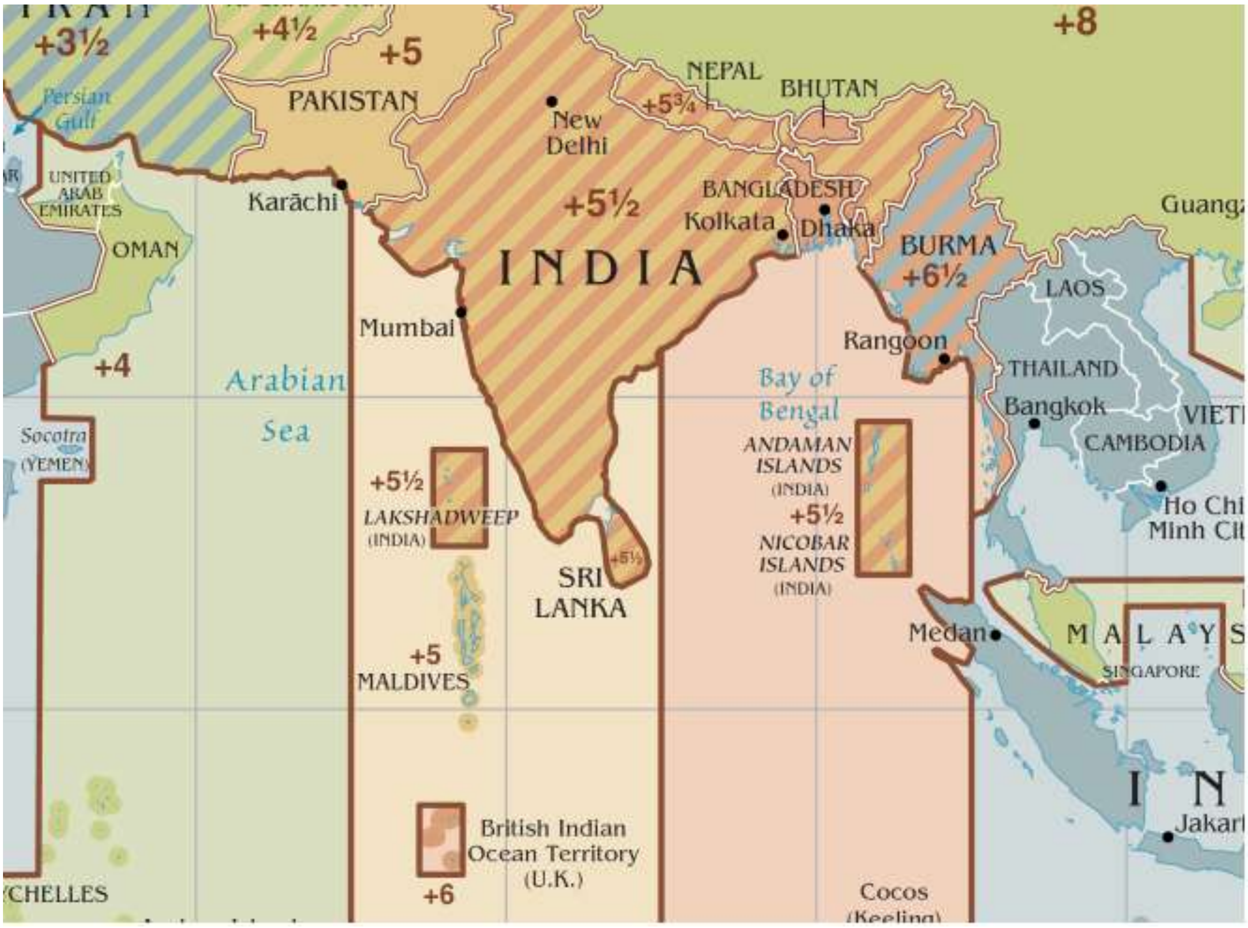
පහත දැක්වෙන රූපයේ ලෝක සිතියමේ කාලතීරු වෙන්කර ඇති ආකාරය පෙන්නුම් කෙරේ. බොහොමයක් තීරු රටවල් වල දේශසීමා සහිත සංකීර්ණ ඒවා බව පැහැදිලිව පෙනෙන්නට ඇත.



මෙම සිතියම අනුව මහා බ්‍රිතාන්‍ය ඇතුලත් වන්නේ UTC+0 එනම් UTC හෙවත් GMT යන කාල තීරුවටය. සෑම තීරුවක්ම දළවශයෙන් දේශාංෂක 15^0 හෙවත් පැයක තීරු වලින් සමන්විතය. මෙම තීරුවට අයත් රටවල් කීපයක් නම්, මහා බ්‍රිතාන්‍යය, අයර්ලන්තය, අයිස්ලන්තය, අප්‍රිකා මහාද්වීපයේ බටහිර රටවල් කීපයක්ද වෙයි. ඕස්ට්‍රේලියාව කාලතීරු 3කින් (UTC+8,9,10) යුක්තය.

UTC+12 සහ UTC-12 යන කාල තීරු අතර සීමාව (දේශාංෂක 180^0 නැ. හෝ බ.) ජාත්‍යන්තර දින රේඛාවයි (International Date Line) . එය රූපයේ දකුණු කෙළවරේ ඇති කඩඉරි සහිත රේඛාවයි. එහි ඉහළ සහ පහළ දෙකෙළවර 180^0 රේඛාව වුවත් අතරමැද තැන තැන අපගමනයවී ඇත. නවසීලන්තය අසලදී නැගෙනහිර දෙසටද, ආසියා මහාද්වීපය සහ අමෙරිකා මහාද්වීපය අතර පෙදෙසෙහිදී, නැගෙනහිරටත් බටහිරටත් අපගමනය වී ඇති බව පෙනෙන්නට තිබේ. නමුත් සෛද්ධාන්තික ලෙස ජා.දි.රේඛාව යනු නැගෙනහිර හෝ බටහිර 180^0 දේශාංෂක රේඛාවයි.

පහත රූපයේ ශ්‍රීලංකාව අවට කාලතීරු කීපය පැහැදිලිව පෙන්නුම් කෙරේ.



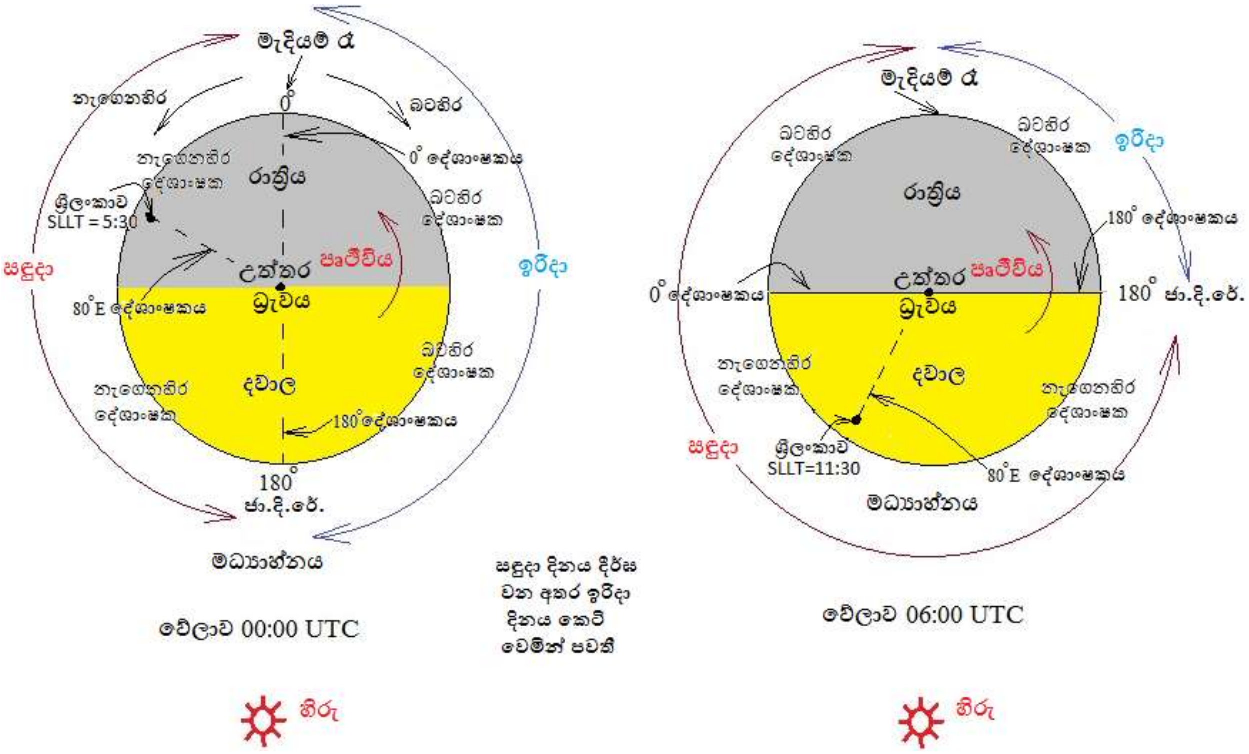
<u>ජාත්‍යන්තර දින රේඛාව</u>

ජාත්‍යන්තර දින රේඛාවට දෙපැත්තෙහි සැමවිටම (මැදියම් රෑ 12 මොහොත හැර) ඇත්තේ දින දෙකකි. ජා.දි.රේ.ට මැදියම් රැය වන මොහොතේ මුළු ලොවටම ඇත්තේ එක දිනයකි. ඒ බව පහත දැක්වෙන රූපසටහන ඇසුරෙන් අවබෝධ කරගත හැකිය. මෙම රූපයේ පෙන්වා ඇත්තේ සෛද්ධාන්තික ජාත්‍යන්තර දින රේඛාවයි. ප්‍රායෝගික රේඛාව ඉහත පෙන්වා දුන් පරිදි අපගමනය වී ඇත.

පහත රූපයේ දැක්වෙන්නේ උත්තරධ්‍රැවයට ඉහළින් ඇත සිට බලනවිට පෘථිවිය පෙනෙන ආකාරයයි. වම්පස දැක්වෙන්නේ 00:00 UTC මොහොතේ පිහිටීමයි. මෙම මොහොතේ හිරු පිහිටන්නේ දේශාංශක 180^0 රේඛාවට ඉහළිනි. එනම් ජාත්‍යන්තර දින රේඛාවට ඉහළිනි. එබැවින් එම ස්ථානය මධ්‍යාහ්නය වන අතර 0^0 දේශාංශකයට (ග්‍රිනිච්හි) මැදියම් රැයයි. (ශ්‍රී ලංකාවට අළුයම 5:30 යි.) පෘථිවිය භ්‍රමණය වන්නේ බටහිර සිට නැගෙනහිරටයි. මේ මොහොත 0^0 දේශාංශකයට ඉරිදා දිනය ගෙවී සඳුදා දිනය උදාවන මොහොතයි. එනම් රූපයේ 0^0 දේශාංශකයේ සිට බටහිර දේශාංශක 180^0 දක්වා දකුණු අත පැත්තෙහි දැක්වෙන්නේ ගෙවීගිය ඉරිදා දිනයයි, වම් පැත්තෙහි දැක්වෙන්නේ, එනම් 0^0 දේශාංශකයේ සිට

නැගෙනහිර දේශාංෂක 180^{0} දක්වා, උදාවන සඳුදා දිනයයි. මේ අනුව එම මොහොතේ ලොවින් අඩක් ඉරිදාද, අඩක් සඳුදාද වෙයි. එනම් ජා.දි.රේ. (180^{0}) දෙපැත්තෙහි දින දෙකක් පවතී.

මෙහිදී තවත් අපූරු දෙයක් දැක්විය හැකිය. මෙකී මොහොත ජා.දි.රේ. (180^{0}) සඳහා මධ්‍යාහ්නයයි. එබැවින් ජා.දි.රේඛාවට ස්වල්පයක් දකුණත පැත්තේ, එනම් බටහිර දේශාංෂක 179^{0} පමණ ස්ථානයක වේලාව ඉරිදා දවල් 12 වන අතර ඊට ස්වල්පයක් වමතින් පිහිටි නැගෙනහිර දේශාංෂක 179^{0} පමණ ස්ථානයක වේලාව සඳුදා දවල් 12 වේ. උදාහරණයක් ලෙස, සමහර අවස්ථාවලදී බදාදා පිටත්වන ගුවන් යානාවක් නැගෙනහිර දෙසට පියාසර කරමින් ජා.දි.රේ. හරහා ගොස් පැය කීපයකට පසුව වෙනත් රටක ගොඩබසින්නේ අඟහරුවාදා දිනයේ විය හැකිය. මේ අනුව ගුවන්යානයකින් හෝ නැවකින් ජා.දි.රේ. පසුකරන සෑම අවස්ථාවකම (ජා.දි.රේ. ඇති ස්ථානයේ මැදියම් රැය පිහිටි මොහෙත හැර) සුදුසු පරිදි දිනය වෙනස් කරගත යුතුය.



පැය 6 කදී පොළව 90^{0} කින් භ්‍රමනය වූ විට පිහිටීම රූපයේ දකුණු පැත්තේ පෙන්වා ඇත. මෙවිට වේලාව 06:00 UTC වන අතර ඉරිදා දිනය පැය 6ක් දක්වා කෙටිවී ඇති අතර සඳුදා දිනය පැය 18 ක් දක්වා දීර්ඝ වී ඇත. තවත් පැය 6ක් ගතවූ මොහොතේදී ජා.දි.රේඛාවට මැදියම් රැය වන බැවින් ඉරිදා දිනය මුළුමනින්ම අහෝසි වී මොහොතකට පමණක් මුළු ලොවම සඳුදා දිනය බවට පත්වී ඊළඟ මොහොතේ අඟහරුවාදා දිනය උදා වෙයි.

අධික අවුරුද්ද සහ දිනදර්ශනයෙන් දින දහයක් ඉවත්කිරීම

පොළව හිරු වටා ගමන් කරන කක්ෂයේ එක වටයක් සම්පූර්ණ කිරීමට ගතවන කාලය අවුරුද්දක් වේ. මෙය සූර්යයාට සාපේක්ෂව මනිනු ලැබූවිට සූර්යයා වර්ෂය (tropical year) ලෙස හැඳින්වේ. මෙය දින 365.2422 ක් බව ඈතඅතීතයේ පවා සොයාගෙන තිබිනි. මේ පිළිබඳව අධ්‍යයනය කළ ජුලියස් සීසර්, (ක්‍රි.පූ. 100 සිට ක්‍රි.පූ. 44) අවුරුද්ද යනු දළ වශයෙන් දින 365 ¼ ක් ලෙස සලකා දින 365 කින් යුත් අවරුදු 3 ක් ගතවූ පසු එළඹෙන හතරවැනි අවුරුද්දට දින 366 ක් තිබියයුතු බවත්, එය අධික අවුරුද්දක් ලෙසත් ප්‍රකාශයට පත්කරන ලදී. ඒ අනුව වර්ෂයට නියමිත අංකය ඉතිරි නැතිව 4 න් බෙදෙන වර්ෂය

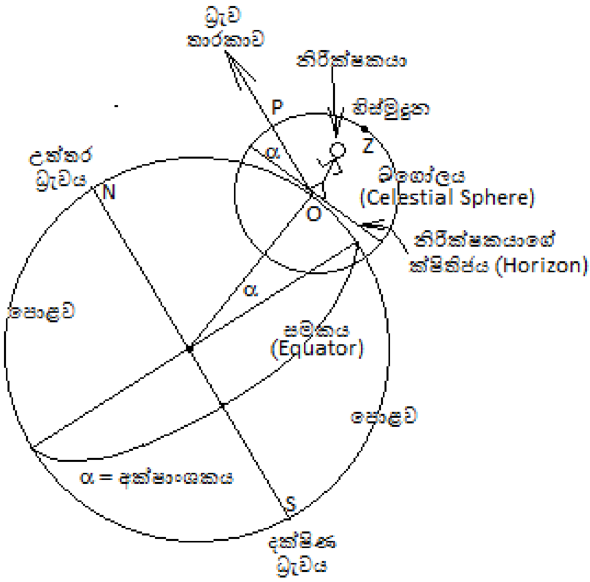
අධික අවුරුද්දක් ලෙස ප්‍රකාශ කරන ලදී. (උදාහරණ ලෙස 1986, ඉතිරි නැතිව 4 න් බෙදෙන බැවින් අධික අවුරුද්දකි. 1987, 1988,1989 අධික අවුරුදු නොවේ.)

පසු කලෙක විසූ, තාරකාවිද්‍යාව පිළිබඳ හසල දැනුමක් ඇති, ග්‍රෙගරි පාප් වහන්සේ පැරණි දත්තයන් අධ්‍යයනය කළවිට, හිරු කර්කටක නිවර්තනයට (උත්තර අක්ශාංෂ 23 ½) ඉහළින් සිටින දිනය, වසර1300 කට පෙර ජූනි 21 වුවත්, එම වසර්දී පෙර සිදුවූවාට වඩා දින 10 කින් ප්‍රමාදවී සිදුවන බව නිරීක්ෂණය කරන ලදී. ඒ අනුව වර්ෂ 1582 ඔක්තෝබර් 5 සිට 14 දක්වා දින 10 කැලැන්ඩරයෙන් ඉවත් කරන ලදී. එනම් ඔක්. 4 වැනිදාට පසුවදා 15 වැනිදාය. මෙම වෙනස සිදුවී ඇත්තේ 365.2422 වෙනුවට 365¼ භාවිත කිරීම හේතුකොටගෙනය.

(365.2500-365.2422 = 0.0078) මින් ඉදිරියට එවැනි දෝශයක් ඇති නොවීම සඳහා පිළියමක්ද යොදන ලදී. එනම් වර්ෂ 1900, 2000, 2100 වැනි ශත වර්ෂ අධික අවුරුද්දක් වන්නේ ඉතිරි නැතිව 400න් බෙදියහැකි නම් පමණි. ඒ අනුව 1900, 2100, 2200, 2300 අධික අවුරුදු නොවේ. 1600, 2000, 2400 අධික අවුරුදු වේ.

ඛගෝලය (Celestial Sphere)

රූපයේ දැක්වෙන පරිදි පොළවෙහි O නමැති ස්ථානයක සිටින නිරීක්ෂකයෙකුට පෙනෙන අහස් ගෝලය එම ස්ථානයට අනුරූප ඛගෝලය (Celestial Sphere) නමින් හැඳින්වේ. නිරීක්ෂකයාට පෙනෙන්නේ එම ස්ථානයේ ක්ෂිතිජයට ඉහළින් ඇති අර්ධ ගෝලයයි. O හි අක්ෂාංශකය (උතුරට) α ලෙස රූපයේ දක්වා ඇත. නිරීක්ෂකයාගේ හිස්මුදුන (zenith) Z යනුවෙන් දැක්වේ. පෘථිවියේ උතුරු සහ දකුණු ධ්‍රැව N සහ S ලෙස දැක්වෙන අතර, නිරීක්ෂකයාට ධ්‍රැව තාරකාව (උත්තර ධ්‍රැවයට ඉහළින් ඇති තරුවකි) පෙනෙන්නේ P හි දිශාව ඔස්සේය. P සහ Z හරහා යන මහා වෘත්තය, නිරීක්ෂකයා සිටින ස්ථානයේ ආධ්‍රැවකය (meridian) වේ. එය පොළවේ කේන්ද්‍රයත්, N, S සහ O හරහාත් වැටී ඇති තලය (සිරස්) වේ.

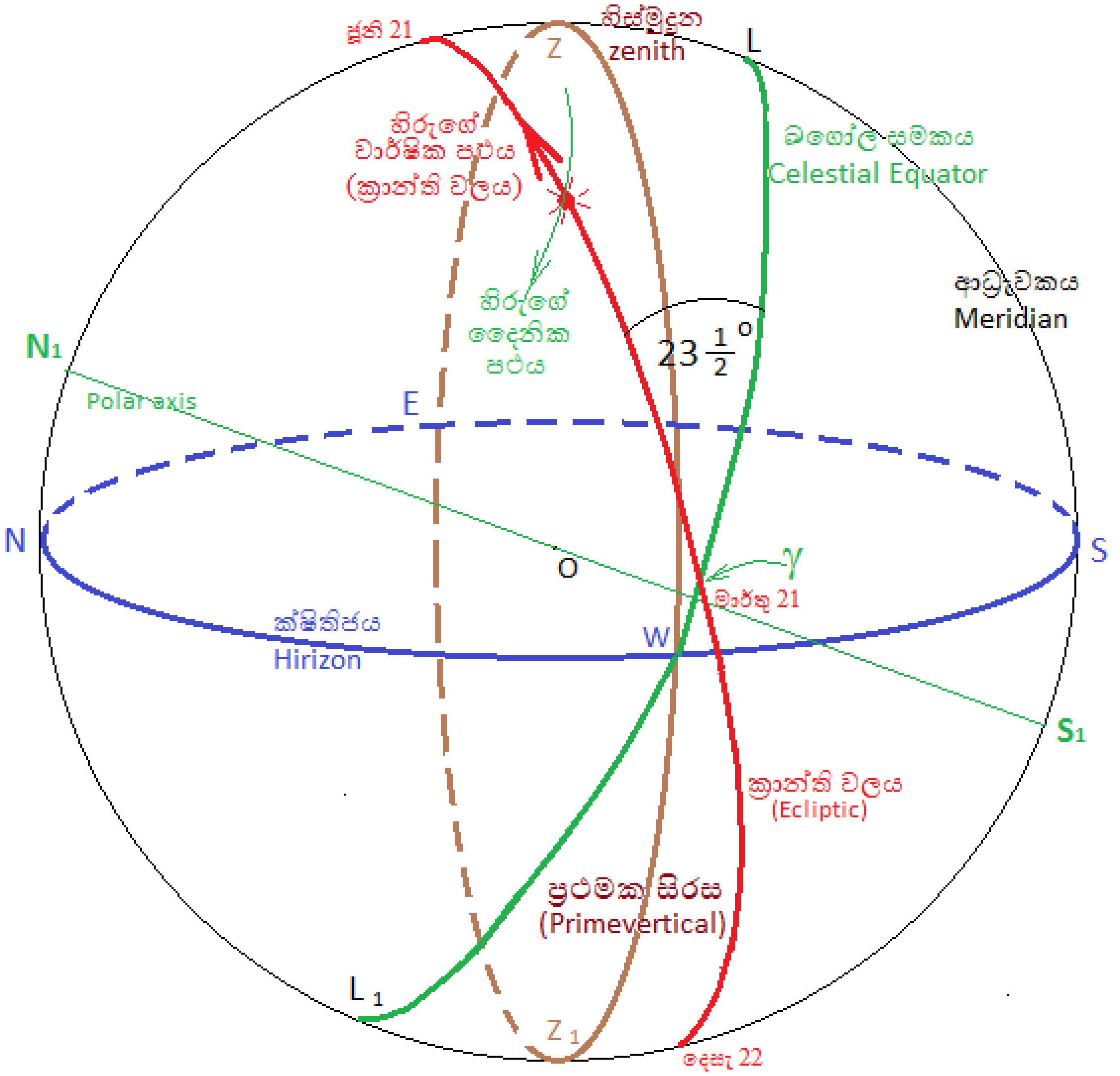


පහත දැක්වෙන්නේ ඛගෝලය පමණක් පැහැදිලිව දැක්වෙන රූපසටහනකි. මෙහි O යනු නිරීක්ෂකයා සිටින ස්ථානයයි. Z යනු ඔහුගේ හිස්මුදුනයි (Zenith). N සහ S යනු ක්ෂිතිජයෙහි උතුරු සහ දකුණු දිශාවන්ය. N_1 යනු ධ්‍රැව තාරකාවෙහි දිශාවයි. S_1 යනු ඊට විරුද්ධ දිශාවයි. N_1S_1 රේඛාව ධ්‍රැවීය අක්ෂය (Polar axis) වේ. එය පෘථිවිය භ්‍රමණයවන උතුරු-දකුණු අක්ෂයට සමාන්තර රේඛාවකි. ධ්‍රැවීය අක්ෂයට ලම්බකව පිහිටි ඛගෝලයේ මහාවෘත්තය ඛගෝල සමකය ලෙස හැඳින්වේ. එය රූපයේ කොළ පැහැයෙන් යුත් මහා වෘත්තයයි. Z, N සහ S හරහා ඇති මහාවෘත්තය (සිරස් තලය) නිරීක්ෂකයාගේ ආධ්‍රැවකය (meridian) ලෙස හැඳින්වේ. ක්ෂිතිජයට ලම්බක, O, E, W හරහා ඇති සිරස් තලයෙහි පිහිටි, ඛගෝලයේ මහාවෘත්තය ප්‍රථමක සිරස (Prime Vertical) ලෙස හැඳින්වේ. ක්ෂිතිජයෙහි

N,S,E සහ W ලක්ෂ්‍යයන් පිළිවෙලින් උතුර, දකුණ, නැගෙනහිර සහ බටහිර නිරූපනය කරයි. ඒ අනුව ප්‍රථමක සිරස සහ ක්ෂිතිජය ඡේදනය වන්නේ E සහ W හිදීය. ඛගෝල සමකයද, E සහ W හරහා යයි.

හිරුගේ වාර්ෂික පථය ක්‍රාන්තිවලය (Ecliptic) ලෙස හැඳින්වේ. ක්‍රාන්තිවලය සහ ඛගෝල සමකය ඡේදනය වන ලක්ෂ්‍ය දෙකින් එකක් රූපයේ ♈ලෙස දක්වා ඇත. අනෙක ඊට විරුද්ධ පැත්තෙහි පිහිටන අතර රූපයේ දක්වා නැත. ♈ යනු මේශ බින්දුව (First Point of Aries) ලෙසද හැඳින්වේ. එය මේශ රාශියේ ආරම්භයයි. තවද එය ක්‍රාන්තිවලය සහ ඛගෝල සමකය ඡේදනයවන ස්ථානයයි.

හිරුගේ වාර්ෂික ගමණ ක්‍රාන්තිවලය දිගේ බටහිර සිට නැගෙනහිර දෙසට සිදුවන අතර, දෛනික ගමණ අප කවුරුත් දන්නා පරිදි නැගෙනහිර සිට බටහිර දෙසට සිදුවේ. රූපයේ ඛගෝල සමකයට සමාන්තරව ඇඳි කොළ පැහැති ඊතිසකින් ඒබව පෙන්නුම් කෙරේ.



මාර්තු 21 වැනිදින, හිරු ඛගෝල සමකය මත පිහිටයි. එනම් එදින හිරු ගමන්කරන්නේ පොළවෙහි නිරක්ෂ රේඛාවට ඉහළිනි. ජූනි 21 වැනිදින හිරු පිහිටන්නේ උත්තර අක්ෂාංශක 23.5^{0} හෙවත් කර්කටන නිවර්තනයට ඉහළිනි. ඒ බව රූපයේ ජූනි 21 යනුවෙන් සඳහන්කර ඇත. තවද ඛගෝල සමකය සහ ක්‍රාන්ති වලය අතර කෝණය අංශක 23.5^{0} බවද රූපයේ දක්වා ඇත.

නක්ෂත්‍ර කාලය (Sidereal Time)

නක්ෂත්‍ර කාලය හෙවත් තාරකා කාලය යනු තරු අනුව නැතහොත් තරු වලට සාපේක්ෂව මනිනු ලබන කාලය හෙවත් වේලාවයි. මෙහිදී පාදක කරගන්නා තරුව γ හෙවත්, γ නමැති ස්ථානයේ පවතින උපකල්පිත තරුවක් ලෙස සලකනු ලබයි. මෙම γ නමැති ලක්ෂ්‍යය, ආධ්‍රැවකය පසුකර කොපමණ වේලාවක් ගතවූයේද යන්න නක්ෂත්‍ර කාලය ලෙස අර්ථදැක්වේ. එනම් ඉහත රූපයේ γL යනු නක්ෂත්‍ර කාලයයි. රූපයේ දැක්වෙන γL අගය අංශක වලින් මනිනු ලබන කෝණයකි. එය, පැය, මිනිත්තු සහ තත්පර වලට පරිවර්තනය කළයුතුය. මේවා අතර සම්බන්ධතාවය වනුයේ අංශක 360 = පැය 24 යන්නයි. මෙහි γ නමැති ලක්ෂ්‍යය අවකාශයේ අචල ලක්ෂ්‍යයකි. තවත් පැහැදිලිව පවසන්නේ නම් සියළුම තරු විශ්වයේ පවතින අචල ලක්ෂ්‍යයන් වේ. නමුත් මෙම කියමන 100% ක්ම නිවැරදි ප්‍රකාශයක් නොවේ. එනම් සෑම තරුවක්ම ඉතා අධික වේගයන් සහිතව විවිධ දිශා ඔස්සේ ගමන් කරයි. නමුත් ඒවාට ඇති දුර අතිවිශාල බැවින් ඒවායේ සාපේක්ෂ චලිතය නිරීක්ෂණය කළ හැක්කේ අවුරුදු දහස් ගණනක් නිරීක්ෂණය කළහොත් පමණි.

අයනාම්ශ

ඉහත කී සාපේක්ෂ චලිතය සඳහා ගතහැකි හොඳම උදාහරණය නම් ජ්‍යෝතිෂයෙහි සලකා බලන අයනාම්ශ නැතහොත් අයන ප්‍රමාණය නමැති සංකල්පයයි. එනම් ඉහතකී γ ලක්ෂ්‍යය, අවුරුදු දහස් ගණනකට පෙර ආදි කාලයේ පිහිටා තිබූ ස්ථානය අද පවතින ස්ථානයට ස්වල්ප වශයෙන් වෙනස් වූ ස්ථානයකය. මෙම වෙනස වර්ෂ 2009 ජනවාරියේදී 23^0 59’10“ ක් පමණ බව සැලකේ. එය වසරක් තුල විකලා 46 කින් පමණ වැඩිවන බව සොයාගෙන ඇත. මෙම වෙනස අයනාම්ශ නමින් හැඳින්වේ.

ඛණ්ඩාංක පද්ධති

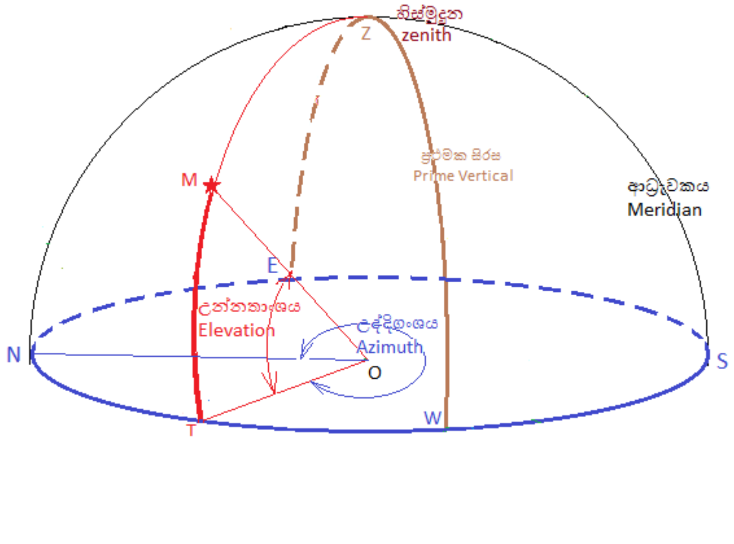
සරල වශයෙන් සලකා බලන විට ඛණ්ඩාංක පද්ධතියක් යනු යම් ස්ථානයක් නිවැරදිව සොයාගැනීම සඳහා අවශ්‍ය දත්ත ඉදිරිපත් කිරීමයි. ඉතාමත් නිවැරදිව දැක්වීමට නම් දත්ත හතරක් අවශ්‍ය වේ. ඉන් එකක් කාලයයි. සාමාන්‍ය ව්‍යවහාරයේදී කාලය නොසැලකිය හැකිය.

උදාහරණයක් ලෙස කොළඹ-රත්නපුර පාරේ කොළඹ සිට කි.මී. 55.356 යන ස්ථානය සලකා බලමු. ඕනෑම කෙනෙකුට මෙම ස්ථානය ඉතා නිවැරදි ලෙස ලකුණු කළහැකිය. ඒ සඳහා අවශ්‍ය දත්ත තුනක් මෙහිදී ලබාදී ඇත. පළමුවැන්න කොළඹ-රත්නපුර පාරය. දෙවැන්න කි.මී. 55.356 යන්නයි. තුන්වැන්න එම පාරේ නිර්මාණය අනුව අප නොදැනුවත්වම ලැබී ඇති දත්තයකි. එය මුහුදු මට්ටමේ සිට ඇති උස ලෙසද දැක්විය හැකිය. තවත් ආකාරයකට පවසන්නේ නම් එම ස්ථානයේ අක්ෂාංශකය, දේශාංශකය සහ මුහුදු මට්ටමේ සිට උස සැලකිය හැකිය. මෙය ත්‍රිමාන ඛණ්ඩාංක පද්ධතියක් ලෙසද සැලකිය හැකිය.

තවත් උදාහරණයක් ලෙස මෙම කාමරයේ එල්ලෙන විදුලි පහණක පිහිටීම පැහැදිලි කිරීම සඳහා මිනුම් තුනක් දිය හැකිය. එනම් එක් බිත්තියක සිට ඇති දුර, ඊට ලම්බක අනෙක් බිත්තියේ සිට ඇති දුර සහ බිම සිට ඇති උස යන මිනුම් තුනයි.

ක්ෂිතිජයාශ්‍රිත ඛණ්ඩාංක (Horizon Coordinates)

අවකාශ වස්තුවක පිහිටීම විදහා දැක්වීම සඳහාද ඛණ්ඩාංක තුනක් දිය හැකිය. ඒ සඳහා භාවිත කෙරෙන ඛණ්ඩාංක පද්ධති කීපයක් ඇත. ඉන් සරලම පද්ධතිය නම් <u>උද්දිගංශය</u>



(Azimuth) සහ උන්නතාංශය (Elevation or Altitude) යන ඛන්ඩාංක දෙකින් සමන්විත, ක්ෂිතිජයාශ්‍රිත ඛණ්ඩාංක පද්ධතියයි.

ඉහත රූපයේ M යනු අවකාශ වස්තුවකි. O හි සිටින නිරීක්ෂකයාගේ ආධ්‍රැවකයත් ප්‍රථමක සිරසත් ක්ෂිතිජයෙන් ඉහළ පෙදෙස පමණක් එහි දක්වා ඇත.
උද්දිගංශය යනු M පෙනෙන දිශාව, උතුරේ සිට NESW දිශාවට මනිනු ලබන කෝණයයි. එය 0^0 සහ 360^0 අතර අගයක් ගනී. උන්නතාංශය යනු MOT කෝණයයි. එනම් OM දිශාව තිරසට දක්වන ආනතියයි. තුන්වැනි ඛන්ඩාංකය වනුයේ එම වස්තුවට ඇති දුරයි. මෙහිදී දුර ගැන සැලකිල්ලක් නොදක්වන්නේ එය ළඟ වුවත් දුර වුවත්, අපට පෙනෙන ආකාරයේ වෙනසක් නොවන නිසාය.

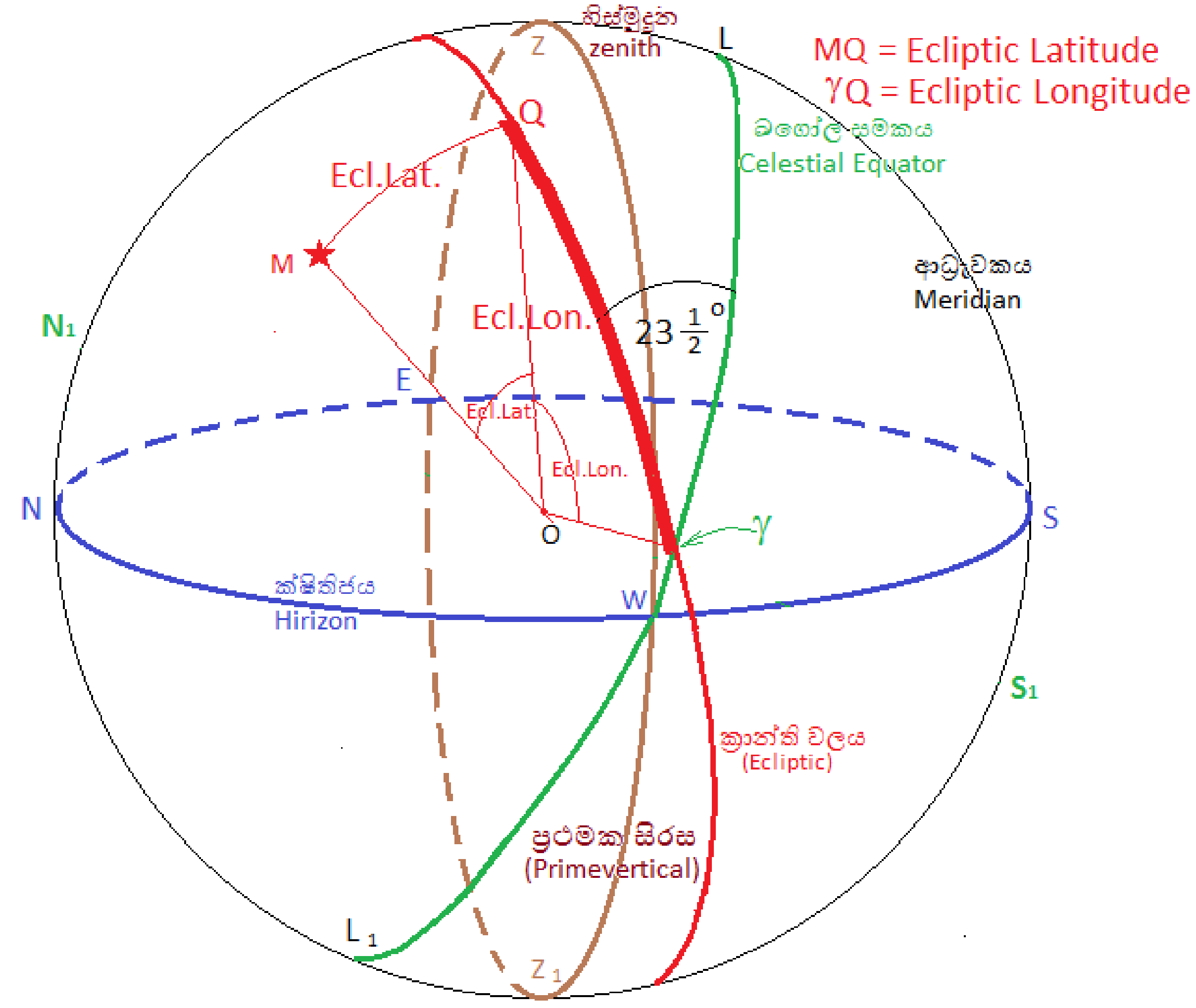
Ecliptic Coordinates

මෙම ඛන්ඩාංක පද්ධතියට සුදුසු සිංහල පාරිභාෂික වචනයක් සොයාගත නොහැකි වූයෙන් එය ක්‍රාන්ති ඛණ්ඩාංක ලෙස හඳුන්වමු. මෙහි යෙදෙන ඛන්ඩාංක දෙක ක්‍රාන්ති අක්ෂාංශක (Ecliptic Latitude) සහ ක්‍රාන්ති දේශාංශක (Ecliptic Longitude) ලෙස හඳුන්වමු.

පහත දැක්වෙන ඛගෝල රූපසටහනින් මෙය පැහැදිලි වේ. M අවකාශ වස්තුවේ සිට ක්‍රාන්තිවලය, Q හිදී ඍජුකෝණී ලෙස ඡේදනය වන වෘත්ත චාපය MQ ලෙස රූපසටහනේ දක්වා ඇත. එවිට MOQ කෝණය ක්‍රාන්ති අක්ෂාංශකය ලෙස හැඳින්වේ. එය Ecl.Lat. ලෙස රූපයේ දක්වා ඇත.

තවද, γOQ කෝණය, ක්‍රාන්ති දේශාංශකය ලෙස හැඳින්වේ. එය රූපයේ Ecl.Lon. ලෙස දක්වා ඇත. එය මනිනු ලබන්නේ ක්‍රාන්ති වලය දිගේ වන අතර ක්‍රාන්ති අක්ෂාංශකය මනිනු ලබන්නේ, ක්‍රාන්තිවලයට ලම්බක දිශාවේය. මෙම ඛන්ඩාංක පද්ධතිය ජ්‍යෝතිෂයෙහි භාවිත කෙරේ.

තවද, ක්‍රාන්ති අක්ෂාංශකය, අංශක වලින් උතුරට හෝ දකුණට ඇති අගයක් ලෙස සටහන් කරන අතර, ක්‍රාන්ති දේශාංශකය සටහන් කරනු ලබන්නේ පැය, මිනිත්තු, තත්පර වලිනි.

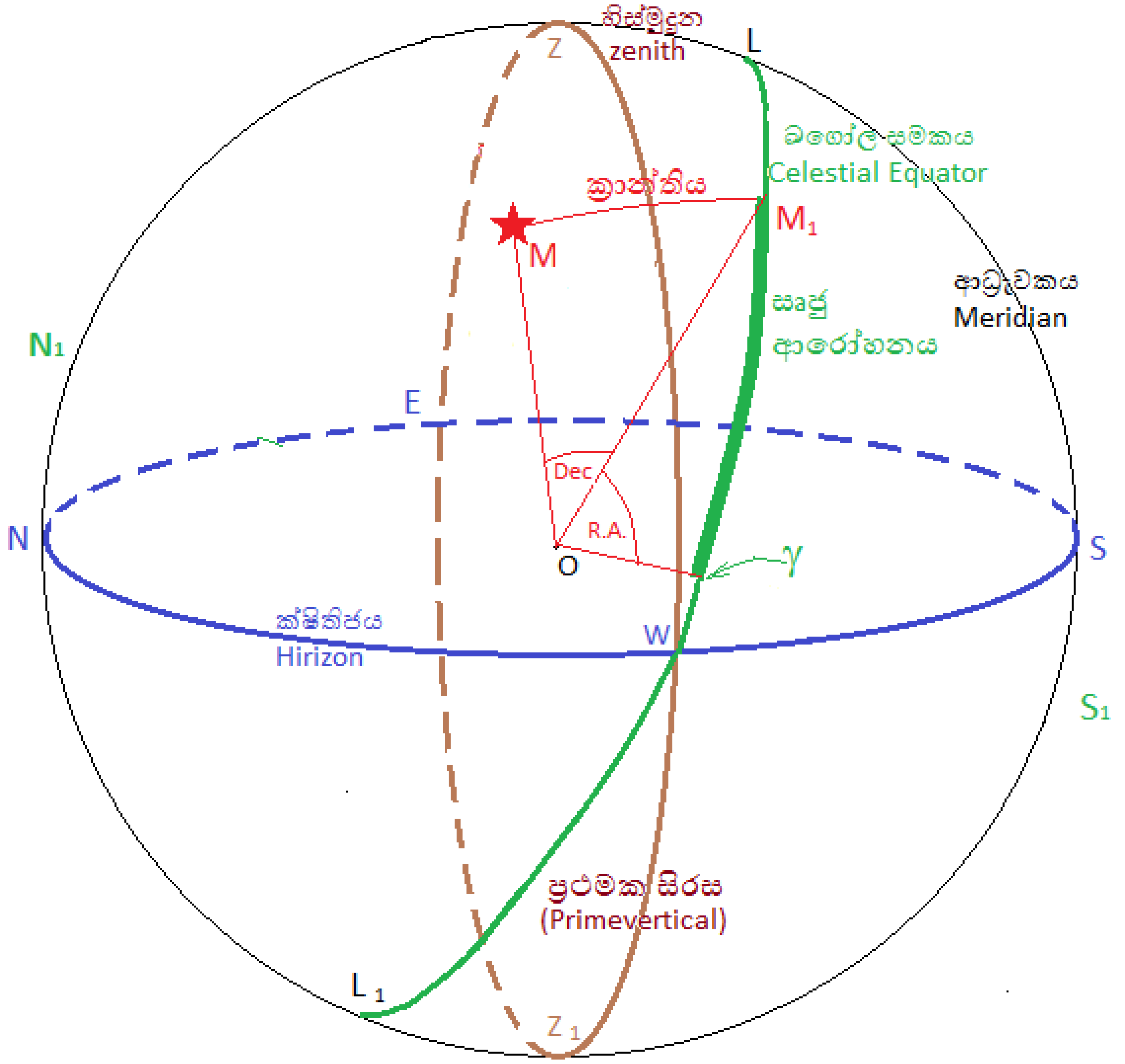


ඛගෝල ඛණ්ඩාංක (Celestial coordinates)

මෙම ඛණ්ඩාංක පද්ධතිය, තාරකාවිද්‍යාව හදාරන අයට ඉතාමත්ම ප්‍රයෝජනවත්, වැදගත් ඛණ්ඩාංක පද්ධතියකි. මෙහිදී භාවිත කෙරෙන ඛණ්ඩාංක දෙක වනුයේ සෘජු ආරෝහණය (Right Ascension) සහ ක්‍රාන්තියයි (Declination). ඕනෑම තරුවක හෝ වක්‍රාවාටයක පිහිටීම නිවැරදිව ප්‍රකාශ කළහැක්කේ මෙම ඛණ්ඩාංක වලිනි. එය කාලයෙන් ස්වායත්ත වන නමුත් වසර දහස් ගණනකට පසු එම අගයන් ඉතා සුළු වශයෙන් වෙනස් විය හැකිය.

තවත් ආකාරයකට පවසන්නේ නම් තුන්වැනි ඛන්ඩාංකය ලෙස එම තරුවට ඇති දුරත් හතරවැන්න ලෙස කාලයත් ගතහැකිය. නමුත් දුර සහ කාලය සාමාන්‍ය භාවිතයේදී අපට එතරම් අවශ්‍ය නොවේ.

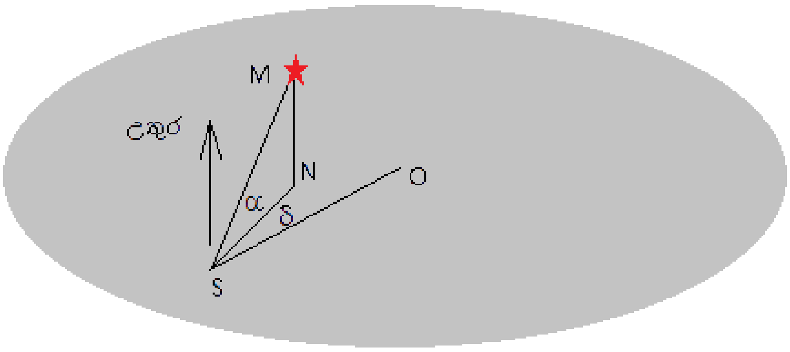
සෘජුආරෝහනය සහ ක්‍රාන්තිය පහත රූපසටහනේ පැහැදිලිව දක්වා ඇත. M ලෙස දක්වා ඇති තරුව හරහා යන, ඛගෝල සමකය සෘජුකෝණී ලෙස ඡේදනයවන, මහාවෘත්තයේ කොටසකි MM_1. එවිට MM_1 ලෙස දැක්වෙන කෝණය, එනම් MOM_1 කෝණය ක්‍රාන්තිය ලෙස හැඳින්වේ. γM_1 කෝණය, එනම් γOM_1 කෝණය සෘජුආරෝහණය ලෙස හැඳින්වේ. තවද මෙම කෝණය අංශක වලින් නොව, පැය, මිනිත්තු, තත්පර ලෙස දක්වයි. නමුත් ක්‍රාන්තිය දක්වන්නේ උතුරට අංශක ප්‍රමාණයක් හෝ දකුණට අංශක ප්‍රමාණයක් යන අයුරිනි. ගණනය කිරීම් සඳහා උතුරට ඇති ක්‍රාන්තිය ධන අගයක් ලෙසත් දකුණට ඇති ක්‍රාන්තිය ඍණ අගයක් ලෙසත් ගනු ලැබේ. රූපසටහනේ γOM_1 කෝණය R.A. ලෙසත් MOM_1 කෝණය Dec. ලෙසත් දක්වා ඇත.



මන්දාකිනි ඛන්ඩාංක (Galactic Coordinates)

මෙය ක්ෂීරපථ මන්දාකිනිය ඇසුරුකරගෙන අර්ථ දක්වා ඇති ඛන්ඩාංක පද්ධතියකි. මෙය ප්‍රධාන වශයෙන් අපගේ චක්‍රාවාටයට අයත් තරු සහ වෙනත් අවකාශ වස්තූන්ගේ පිහිටීම දැක්වීම සඳහා භාවිත කෙරේ. මෙහි මූල ලක්ෂ්‍යය වන S හිරු ලෙසද, මූලික තලය, අප චක්‍රාවාටයේ තලය ලෙසද සැලකේ. මූලික දිශාව හෙවත් මූල අක්ෂය, හිරු සහ ක්ෂීරපථ චක්‍රාවාටයේ කේන්ද්‍රය වන O යාකරන රේඛාවයි. O හි ඛගෝල ඛණ්ඩාංක වනුයේ, සෘජුආරෝහනය පැ17 මි42 ත24 සහ ක්‍රාන්තිය -28^0 55’ යන අගයයි.

M යනු චක්‍රාවාට තලය මත නොපිහිටන තරුවකි. එම තරුවේ සිට චක්‍රාවාට තලයට ඇඳි ලම්බකය MN වේ. MSN



ක්ෂීරපථ චක්‍රාවාටය

කෝණය α ලෙස රූපයේ දක්වා ඇත. NSO කෝණය δ ලෙස දක්වා ඇත. α කෝණය මන්දාකිනි අක්ෂාංශකය (Galactic Latitude) ලෙස හැඳින්වෙන අතර උතුරට 0^0 සිට 90^0 දක්වාද, දකුණට 0^0 සිට 90^0 දක්වාද යන අගයන් ගනී. δ හි අගය මන්දාකිනි දේශාංශකය (Galactic Longitude) ලෙස හැඳින්වෙන අතර, 0^0 සිට 360^0 දක්වා අගයන් ගනී.

සෞර ග්‍රහ මණ්ඩලය (Solar system)

හිරු සහ එය වටා පරිභමණය වන සියළුම ග්‍රහ වස්තූන්ද, එම ග්‍රහ වස්තූන් වටා පරිභ්‍රමණය වන චන්ද්‍රයින්ද ඇතුලත් පද්ධතිය සෞර ග්‍රහ මණ්ඩලය නමින් හැඳින්වේ. මෙවැනි සූර්යයා ග්‍රහ මණ්ඩල අනන්ත ගණනක් විශ්වයේ පවතී. ඒවා අතරින් ඉතා සුළු ගණනක් තාරකා විද්‍යාඥයින්ගේ දර්ශණ පථයට ලක්වී ඇත. අපට පෙනෙන නොපෙනෙන සියළුම තරු සූර්යයා න් වන අතර අපගේ හිරු මධ්‍යම ප්‍රමාණයේ තරුවකි. අපගේ හිරු මෙන් මිලියන ගණනක් විශාල තරුද විශ්වයේ ඇත.

අපගේ හිරු වටා ග්‍රහලෝක නවයක් පරිභ්‍රමණය වෙමින් පවතින බව දැනට සොයාගෙන ඇත. ඒවා පිළිවෙලින් බුධ (Mercury), සිකුරු හෙවත් ශුක්‍ර (Venus), පෘථිවිය, අඟහරු හෙවත් කුජ (Mars), බ්‍රහස්පති හෙවත් ගුරු (Jupiter), සෙනසුරු හෙවත් ශනි (Saturn), යුරේනස් (Uranus), නැප්ටියුන් (Neptune) සහ ප්ලූටෝ (Pluto). අඟහරු සහ බ්‍රහස්පති අතර තවත් ග්‍රහ වස්තුවක් පැවතුන බවට සාක්ෂි අදටත් ඇත. එමෙන්ම එම ග්‍රහ වස්තුව යම් පිපිරීමකට ලක්වී විනාශ වී ගිය බව විශ්වාස කළහැකිය. එම පෙදෙසෙහි එක්තරා කක්ෂයක පැතිරී ඇති ගල්, පස් ආදියෙන් සෑදුන ඝන වස්තූන් අනන්ත ගණනක් පවතින බව සොයාගෙන ඇත. ඒවා ග්‍රහක යනුවෙන් හඳුන්වනු ලැබේ. එම ග්‍රහක පවතින කක්ෂය ග්‍රහක වලල්ල (Asteroid belt) ලෙස හැඳින්වේ. මේවායින් බොහොමයක් එම කක්ෂයේම පවතින අතර සමහර කැබලි විවිධ දිශා ඔස්සේ විවිධ ප්‍රවේග සහිතව ගමන් කරයි. ඒවා මීටර කීපයක සිට කිලෝමීටර කීපයක් දක්වා විවිධ ප්‍රමාණ සහිතව පවතී.

පහත දැක්වෙන්නේ හිරු සඳු සහ සියළුම ග්‍රහ වස්තූන්ගේ විස්තර දැක්වෙන වගුවකි. එහි සඳහන් සංකේත වල අදහස පහත දැක්වෙන අයුරු වේ.

d = හිරුට ඇති දුර (නක්ෂත්‍ර ඒකක වලින්)

R = ග්‍රහ වස්තුවේ නිරක්ෂය අසල අරය (පොළවේ අරය ඒකකය ලෙස)

M = ග්‍රහ වස්තුවේ ස්කන්ධය (පොළවේ ස්කන්ධය ඒකකය ලෙස)

g = ග්‍රහවස්තුවේ පෘෂ්ඨය මත පවතින ගුරුත්වජ ත්වරනය (පොළවේ ගුරුත්වජ ත්වරනය ඒකකය ලෙස)

ε = ඉලිප්සීය කක්ෂයේ විකේන්ද්‍රිකතාව(eccentricity)

θ = කක්ෂය, ක්‍රාන්ති වලයට දක්වන ආනතිය

N = චන්ද්‍රයින් ගණන

T_S = හිරු වටා (හඳ සඳහා පොළව වටා) එක් වටයක් යාමට ගතවන කාලය (දින හෝ අවුරුදු වලින්)

T_R = තම අක්ෂය වටා එක් වටයක් යාමට ගතවන කාලය (දින හෝ පැය වලින්)

	d	R	M	g	ε	θ	N	T_S	T_R
හිරු	....	109.3	$3.3x10^5$	28	....	....	...	....	25.38 d
චන්ද්‍රයා	1.0	0.273	0.0123	0.1645	0.055	$5^0$8’40”	...	27.32 d	27.32 d
බුධ	0.387	0.38	0.056	0.36	0.206	$7^0$0’13.7”	0	87.97 d	88 d
සිකුරු	0.723	0.967	0.814	0.87	0.007	$3^0$23’38.9”	0	224.7 d	225 d
පොළව	1.000	1.000	1.000	1.0000	0.017	0	1	365.256 d	1 d
අඟහරු	1.523	0.53	0.107	0.38	0.093	$1^0$51’0”	2	687 d	24.6 hr
බ්‍රහස්පති	5.203	11.20	318.00	2.65	0.048	$1^0$18’21.3”	12	11.86 yr	9.9 hr
සෙනසුරු	9.539	9.47	95.22	1.14	0.056	$2^0$29’25.2”	9	29.46 yr	10.2 hr
යුරේනස්	19.19	3.75	14.55	0.96	0.047	$0^0$46’22.8”	5	84.02 yr	10.7 hr
නැප්ටියුන්	30.07	3.50	17.23	1.00	0.009	$1^0$46’28.1”	2	164.8 yr	15.8 hr
ප්ලූටෝ	39.52	~1	~1	???	0.249	$17^0$8’34.1”	4	247.7 yr	???

සූර්යයා ග්‍රහ මණ්ඩලයේ කැපී පෙනෙන විශේෂ ලක්ෂණ කීපයක් පහත දැක්වේ.

- විශාලම ග්‍රහයා බ්‍රහස්පති වේ. විශ්කම්භය පොළව මෙන් 11ගුණයකි.
- කුඩාම ග්‍රහයා බුධ වේ. විශ්කම්භය පොළවෙන් තුනෙන් පංගුවක් පමණ වේ.
- බුධ සහ සිකුරු හැර අන් සෑම ග්‍රහයින්ටම චන්ද්‍රයින් ඇත. බ්‍රහස්පතිට හඳවල් 12 ක් ඇත.
- දීප්තිමත්ම ග්‍රහයා සිකුරුය. සියළුම තරු සිකුරුට වඩා දීප්තියෙන් අඩුය.
- ප්ලූටෝ හැර සෙසු ග්‍රහයින් සියල්ලේම කක්ෂවල තලයන් අංශක 7 ක් ඇතුලත පිහිටන නමුත් ප්ලූටෝහි කක්ෂයේ තලය ක්‍රාන්ති වලයට අංශක 17 ක් ආනතව පිහිටා ඇත. ප්ලූටෝහි චන්ද්‍රයින් ඇති බව සොයාගනු ලැබුවේ මෑතකදීය. හබල් දුරේක්ෂයෙන් සහ ප්ලූටෝ අසලටම යවනලද Horizon නමැති මිනිසුන් රහිත අභ්‍යවකාශ යානාව මගින් ලබාගත් තොරතුරු අනුව ප්ලූටෝ වටා චන්ද්‍රයින් හතරක් ඇති බව අනාවරනය වී ඇත.
- ප්ලූටෝ සූර්යයා ග්‍රහමණ්ඩලයට අයත් ග්‍රහයෙක් ලෙස සැලකිය නොහැකි බව 2006 දී රැස්වූ ජාත්‍යන්තර තාරකාවිද්‍යා සංගමය (International Astronomical Union - IAU) මගින් තීරණය කරන ලදී.

දුර මැනීම සහ ඒකක

තාරකා විද්‍යාවේ දුර මැනීම සඳහා කිලෝමීටර හෝ සැතපුම් භාවිත කිරීම එතරම් සුදුසු නොවන්නේ, ඒවා සාපේක්ෂව කුඩා ඒකක බැවිනි. එබැවින් විශාල ඒකක භාවිතා කළයුතුය. ප්‍රධාන වශයෙන් ඒ සඳහා සුදුසු ඒකක තුනක් ඇත. එනම් නක්ෂත්‍ර ඒකකය, අලෝක වර්ෂ සහ පාසෙක් යනුයි.

<u>නක්ෂත්‍ර ඒකකය (Astronomical Unit – AU.)</u>

පොළවේ සිට හිරුට ඇති මධ්‍යන්‍ය දුර නක්ෂත්‍ර ඒකකය ලෙස අර්ථ දැක්වේ. මෙහිදී මෙම දුරෙහි සාමාන්‍ය අගය කි.මී. 1496 x10^5 , එනම් කි.මී. ලක්ෂ 1496 හෙවත් සැතපුම් නම කෝටි තිස්ලක්ෂයකි (9.3x10^7)

<u>නක්ෂත්‍ර ඒකක 1 = කි.මී. 1.496 x10^8 = සැ. 9.300 x 10^7</u>

මෙම ඒකකය වඩාත් සුදුසු වන්නේ සූර්යයා ග්‍රහමණ්ඩලය අවට දුරවල් මැනීම සඳහාය. තරුවලට ඇති දුර මැනීම සඳහා මීට වඩා විශාල ඒකකයක් ගැනීම වඩා සුදුසුය.

<u>ආලෝක වර්ෂ (Light Year - Ly)</u>

ආලෝකයේ වේගය තත්පරයට කි.මී. 3,00,000 හෙවත් තත්පරයට සැතපුම් 1,86,000කි. මෙම වේගයෙන් අවුරුද්දකදී ආලෝකය ගමන්කරන දුර අලෝකවර්ෂය නමින් හැඳින්වේ.

මේ අනුව ආ.ව. 1 = කිමී 3x10^5 x24 x3600 x365.25

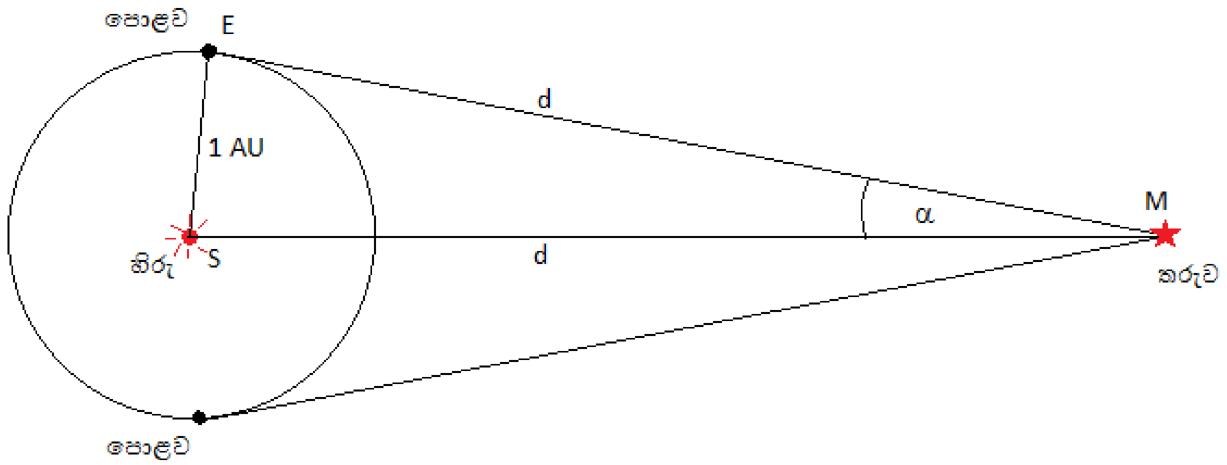
ඒ අනුව <u>ආ.ව. 1 = කි.මී. 9.463x10^{12} = සැ. 5.880x10^{12}</u>

<u>පාසෙක් (Parsec)</u>

පාසෙක් යනු ආලෝක වර්ෂයට වඩා තරමක් විශාල වූ ඒකකයකි. පරීක්ෂණාත්මකව තරු වලට ඇති දුර සෙවීමේදී මෙය වැදගත් වේ. මෙහි දැක්වෙන රූප සටහනින් එය වඩාත් පැහැදිලි වේ. මෙහි දැකවෙන α කෝණය මැනගත්විට MSE ත්‍රිකෝණයේ SE න.ඒ. 1 වන බැවින් d ගණනය කළහැකිය.

ප්‍රායෝගිකව මෙම කාර්යය කිරීම සඳහා ඉතා අනර්ග දුරේක්ෂයක් භාවිත කළයුතුය. පොළව E වැනි ස්ථානයක පවතින දිනක M තරුව පෙනෙන දිශාව නිවැරදිව සටහන් කරගතයුතුය. ඉන් හය මාසයකට පසු දිනක පොළව තම කක්ෂයේ විරුද්ධ පැත්තෙහි සිටිනවිට නැවතත් එය පෙනෙන දිශාව නිවැරදිව

සටහන් කරගත යුතුය. එම පාඨාංක ඇසුරෙන් α කෝණය ගණනය කළ හැකිය. එමගින් d දුරද ඉතා නිවැරදිව ගණනය කළහැකිය. α කෝණයෙහි අගය විකලා 1ක් වනවිට d හි අගය පාසෙක් එකක් ලෙස අර්ථ දැක්වේ. මේ අනුව පාසෙක් එකක අගය න.ඒ. වලින් මෙසේ ගණනය කළහැකිය.



α = විකලා 1 ලෙස ගනිමු.

විකලා 1 = අංශක 1/3600

= රේඩියන් $\pi/(180\text{x}3600)$, (180^0 = රේ π)

= න.ඒ. 1 /d

එනම් $1/d = \pi/(180\text{x}3600)$

මේ අනුව, $d = (180\text{x}3600)/\pi$

$= 180\text{x}3600 \;/\; 3.14159$

= 206264.8 න.ඒ.

$= 2.062648\text{x}10^5$

එනම් පාසෙක් 1 = න.ඒ. $2.0626\text{x}10^5$

= ආ.ව. 3.261

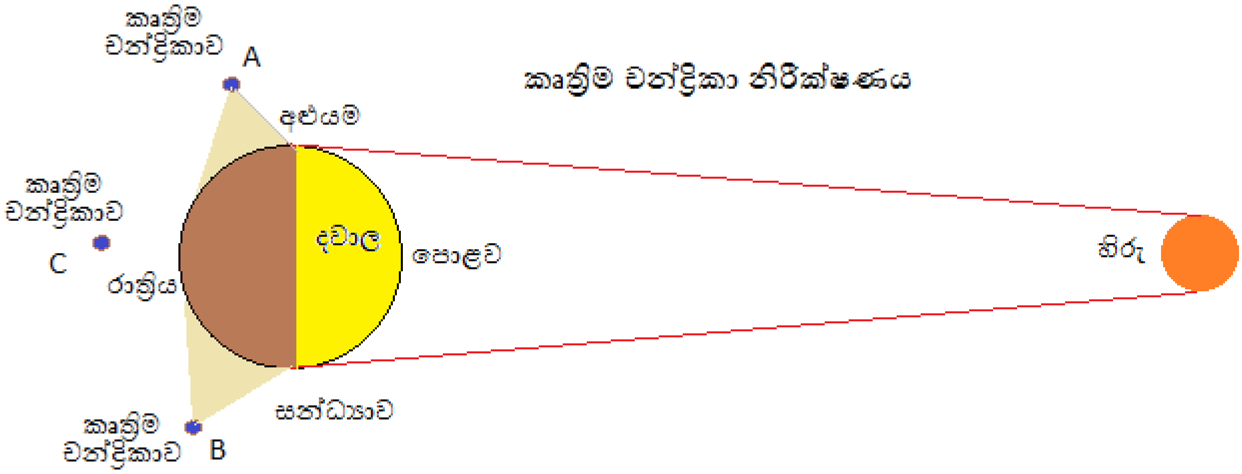
උල්කාපාත (meteoroid)

අඟහරු සහ බ්‍රහස්පති අතර කක්ෂගතව ඇති ග්‍රහක කැබලි විවිධ ප්‍රවේග සහිතව නිරතුරුවම ගමන් කරන බැවින් සමහරක් අධික වේගයකින් පෘථිවිය වෙතද, ළඟා වේ. එලෙස අධික වේගයකින් අපගේ වායුගෝලයට ඇතුල්වීම හේතුකොටගෙන වාතයේ ඝර්ෂණය නිසා දැවී විනාශ වේ. ඒවා උල්කාපාත යනුවෙන් හඳුන්වයි. පැහැදිලි අහසක් ඇති රැයක පැය බාගයක් පමණ අහස නිරීක්ෂණය කළහොත්, උල්කාපාත එකක්වත් දැකගැණීමට අවස්ථාව සැලසේ. එවැන්නක් දුටු වහාම ඇස ඒ දෙසට හරවා නැරඹීමට ඉඩක් නොලැබේ. එය පවතින්නේ මිලිතත්පර කීපයක් පමණක් වීම ඊට හේතුවයි. එහිදී දිස්වන්නේ දීප්තිමත් රේඛාවකි.

ඉතා කලාතුරකින් උල්කාපාත පොළවට වැටුන අවස්ථා ඇත. එසේ පොළවට පතිත වන්නේ විශාල ඒවා පමණි. කුඩා ඒවා පොළවට ළඟාවීමට පෙර ගිනිගෙන වාශ්ප බවට පත්වේ. වාර්තාගතවී ඇති විශාලම උල්කාපාතය පතිත වී ඇත්තේ ඇමෙරිකාවේ ඇරිසෝනා ප්‍රදේශයටය. එහිදී කි.මී. 2.5 ක් පමණ විශ්කම්භයක් සහිත මී. 200 ක් පමණ ගැඹුරු ආවාටයක් සෑදී ඇත.

චන්ද්‍ර පෘෂ්ටයේ ආවාට දහස් ගණනක් ඇති බව පැහැදිලිව පෙනේ. ඒ සියල්ලම උල්කාපාත වැටීම නිසා හැරුන වලවල්ය. චන්ද්‍රයාගේ වායුගෝලයක් නොමැති බැවින්, අධික වේගයකින් ළඟාවෙන

උල්කාපාත කිසිම බාධාවකින් තොරව ගැටීම නිසා එවැනි ආවාට සෑදේ. චන්ද්‍රයාගේ පැහැදිලි ඡායාරූපයක මෙම ආවාට හොඳින් දැකගත හැකිය.



<u>**කෘත්‍රිම චන්ද්‍රකා නිරීක්ෂණය**</u>

අහස නිරීක්ෂණය කරන ඔබ සමහරවිට කෘත්‍රිම චන්ද්‍රිකා දැක ඇතුවාට සැක නැත. නමුත් රාත්‍රියේ සෑමවිටකම එය කළ නොහැකිය. ඒ බව ඉහත රූපසටහනින් පැහැදිලි වේ. අළුයම් කාලයේ හිරු උදාවට පෙර පැයක පමණ කාලයක් සහ සන්ධ්‍යා කාලයේ හිරු බැසගිය පසු පැයක පමණ කාලයක් තුල අහස නිරීක්ෂණය කළහොත්, අහස පැහැදිලි නම් අනිවාර්යයෙන්ම චන්ද්‍රිකා කීපයක් දැකගතහැකි වේ. ඉතා සෙමින් තරුවක් ගමන්කරන්නාක් මෙන් දිස් වේ. එය තරුවක් නොව මිනිසා විසින් අභ්‍යවකාශගත කරනලද චන්ද්‍රිකාවකි. ඒවා පෘථිවියෙහි ගුරුත්වාකර්ෂණයට යටත්ව පෘථිවිය වටා පරිභ්‍රමණය වෙමින් පවතී. හිරු වටා පෘථිවිය ගමන් කරන්නේත්, පෘථිවිය වටා චන්ද්‍රයා ගමන් කරන්නේත් මේ ආකාරයටම වේ. නමුත් මෙහි සුළු වෙනසක් ඇත. මෙම චන්ද්‍රිකා පොළවට ළඟින් (කි.මී. 500 ක් පමණ ඉහළ) ගමන් කරන අතර එම පෙදෙසෙහි වායුගෝලය ඉතාමත් තුනී ලෙස පවතී. මේ හේතුවෙන් එහි චලිතයට ඉතා සුළු බාධාවක් නිරතුරුවම පවතී. එබැවින් වසර 50 ක් හෝ 100ක් පමණ ගතවනවිට ඒවායේ කක්ෂය ක්‍රමයෙන් පොළවට ළංවී අවසානයේ පොළව මතට කඩා වැටේ. මෙවැනි චන්ද්‍රිකා දහස් ගණනක් දැනට පෘථිවිය වටා අඛන්ඩ ගමනක යෙදෙමින් ඇත. ඉතා කලාතුරකින් උල්කාපාත ගැටීම හේතුකොටගෙන විනාශ වීමට ඉඩ ඇත.

රූපයේ A සහ B ප්‍රදේශයේ පවතින චන්ද්‍රිකාවක් හිරු එළියෙන් දීප්තිමත් වේ. පොළව මත අඳුරේ සිටින්නන්හට එය පහසුවෙන් නිරීක්ෂණය කළහැකිය. C වැනි ස්ථානයකට පහළින් සිටින අයට (රාත්‍රි 8 සහ අළුයම 4 අතර) පෙනෙනතෙක්මානයේ පවතින චන්ද්‍රිකාවන් අඳුරේ පවතින බැවින් ඒවා පෙනෙන්නේ නැත.

<u>ජාත්‍යන්තර අභ්‍යවකාශ මධ්‍යස්ථානය (International Space Station - ISS)</u>

1998 නොවැම්බර් 28 වැනිදා අමෙරිකාවේ නාසා ආයතනය මගින් අභ්‍යවකාශගත කරන ලද මෙම යානාව වරින් වර කොටස් වශයෙන් ගෙන ගොස් සවිකරන ලදී. එය මිනිත්තු 92 කට වරක් පොළව වටා යයි. එහි කක්ෂය පෘථිවි පෘෂ්ටයේ සිට කි.මී. 330ත් 435ත් අතර පිහිටා ඇත. අද එහි විශාලත්වය දිගින් මී. 108 ක් පමණ වේ. මෙහි විශාලත්වය හේතුකොටගෙන ඉතා දීප්තිමත් ලෙස දැකගතහැකි වේ. මෙය සිකුරු ග්‍රහයාටත් වඩා දීප්තිමත්ව පෙනේ. මෙය දැකගතහැකි වේලාවන් සොයාගැනීම සඳහා පහත සඳහන් වෙබ් අඩවියට පිවිසෙන්න.

http://www.heavens-above.com/main.aspx

ග්‍රහ වස්තූන් සහ ඒවායේ චන්ද්‍රයින් නිරීක්ෂණය

ග්‍රහ වස්තූන් සියල්ලම පියවි ඇසින් නිරීක්ෂණය කළ නොහැකිය. බුධ, සිකුරු, අඟහරු, බ්‍රහස්පති සහ සෙනසුරු පියවි ඇසට පෙනෙයි. ටික වේලාවක් හොඳින් නිරීක්ෂණය කළවිට ග්‍රහ වස්තූන් තරුවලින් වෙන්කර හඳුනා ගැනීමට පුළුවන. තරුවල ආලෝකය ලෙලදෙන ස්වභාවයකින් පෙනෙන අතර ග්‍රහයින් ස්ථාවර වර්ණයකින් යුතුව, වෙනස් නොවන දීප්තියක් සහිතව පෙනෙයි.

හිරුට ළඟින්ම ඇති ග්‍රහයා බුධ වන බැවින් දැකගතහැකි වන්නේ කලාතුරකිනි. ඊට ප්‍රධාන හේතුව වන්නෙ හිරු එළියයි. හිරු නැගීමට සුළු වේලාවකට පෙර හෝ හිරු බැසගිය පසු සුළු වේලාවක් ඇතුලත, බුධ දර්ශන පථයේ පවතීනම් පමණක් දැකගත හැකි වේ. බුධ සීරියස් තරුවට වඩා තරමක් දීප්තිමත්ය. (දීප්තවිශාලනය -2 වේ) එය දැකගතහැකි තවත් විශේෂ අවස්ථාවක් ඇත. එනම් දිවා කාලයේ හිරු සහ පොළව අතර බුධ පිහිටන අවස්ථාවන්හිදී හිරු හරහා ගමන්කරන කුඩා කළු ලපයක් ලෙස දිස් වෙයි. අඳුරු වීදුරුවක් තුලින් හිරු දෙස බැලීමෙන් එය දැකගතහැකිය. වැඩි නාභියදුරක් සහිත උත්තල කාචයක් මගින් තිරයක් මත ලබාගන්නා ප්‍රතිබිම්බය නැරඹීමෙන්ද එය දැකගතහැකි වේ. හිරු හරහා යාමට ඊට පැය දෙකක් පමණ ගතවේ. බුධට චන්ද්‍රයෙක් ඇති බවක් මෙතෙක් සොයාගෙන නැත.

බුධගේ කක්ෂයත් පෘථිවියේ කක්ෂයත් අතර ඇත්තේ සිකුරුය. සිකුරු, සුදු පැහැයෙන් දීප්තිමත්ව පෙනෙන අතර, දීප්තිමත්ම තරුව වන සීරියස්ටත් වඩා දීප්තිමත්ය. එහි දීප්ත විශාලනය -5 පමණ වේ. සිකුරුට චන්ද්‍රයෙක් ඇති බවක් මෙතෙක් සොයාගෙන නැත. මාස කීපයක්ම හිරු බැසගිය පසු බටහිර අහසේ දිස් වේ. මේ හේතුව නිසා එය ඉරබටු තරුව යන නමින්ද හැඳින්වේ. තවත් මාස කීපයකදී මෙය අරුණෝදයේ නැගෙනහිර අහසේ දිස් වෙන බැවින් එය පහන්තරුව ලෙසද හැඳින්වේ.

පෘථිවි කක්ෂයට පිටතින් ළඟින්ම ඇත්තේ අඟහරු ග්‍රහයාය. බ්‍රහස්පතිට සමාන දීප්තියකින් (දීප්ත විශාලනය -3කි.) පෙනෙන නමුත් රතටහුරු කහ පැහැයක් ගන්නා බැවින් පහසුවෙන් හඳුනාගතහැකිය. අඟහරු වටා පරිභ්‍රමණය වන හඳවල් දෙකක් ඇත. ඒවා පියවි ඇසට නොපෙනේ.

බ්‍රහස්පති, ග්‍රහයන් අතර ඇති විශාලම ග්‍රහයායි. සුදු පැහැයෙන් දීප්තිමත්ව පෙනෙන නමුත් සිකුරුට වඩා ස්වල්ප වශයෙන් අඩු දීප්තියක් ඇත. දීප්ත විශාලනය -3 ක් පමණ වේ. බ්‍රහස්පති වටා පරිභ්‍රමණය වන චන්ද්‍රයින් 67 ක් ඇති බව සොයාගෙන ඇත. ඉන් හතරක් පියවි ඇසට යන්තමින් පෙනෙන අතර දෙනෙතියකින් හොඳින් දැකගත හැකිය. වැඩි විශාලනයක් සහිත දුරේක්ෂයකින් සියළුම චන්ද්‍රයින් දැකගතහැකිය. විශාල චන්ද්‍රයින්, ගැනිමේඩ්, කැලිස්ටෝ, අයෝ සහ යුරෝපා ලෙස නම් කර ඇත.

බ්‍රහස්පතිට පිටතින් ඇති කක්ෂය හිමි වන්නේ සෙනසුරුටය. පියවි ඇසට පෙනෙන බැවින් පහසුවෙන් හඳුනාගතහැකි වේ. එතරම් දීප්තියක් නැත. දීප්ත විශාලනය 0 වේ. තරමක් කහ පැහයට හුරු ලෙස පෙනේ. සෙනසුරුගේ විශේෂත්වයක් වන්නේ දීප්තිමත් වළලු කීපයක් පැවතීමයි. නමුත් ඒවා පියවි ඇසින් හඳුනාගත නොහැකිය. දුරේක්ෂයකින් දැකගත හැකිය. සෙනසුරුට හඳවල් 9ක් ඇතිබව සොයාගෙන ඇත. ඉන් එකක්වත් පියවි ඇසට නොපෙනේ. හොඳ විශාලනයක් සහිත දුරේක්ෂයකින් පමණක් ඒවා දැකගතහැකි වේ.

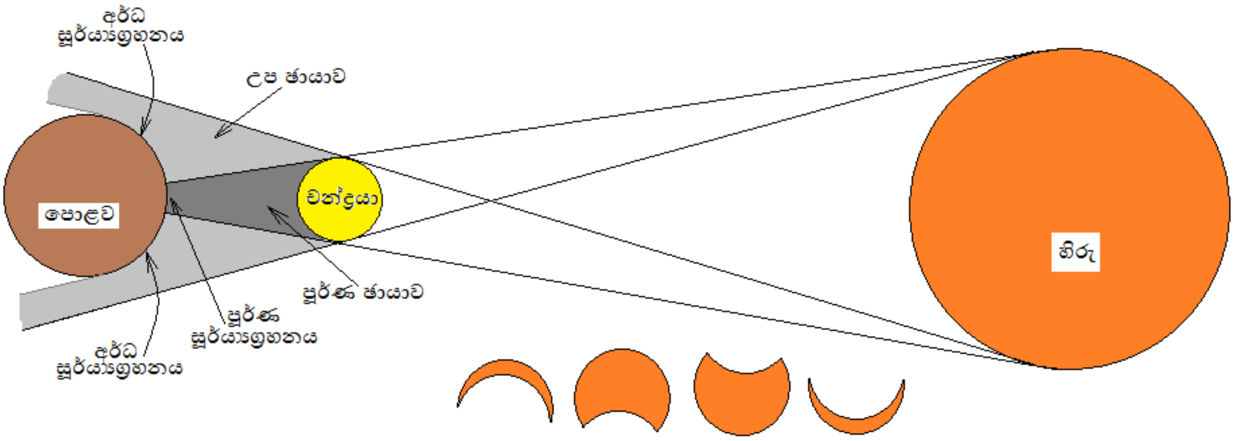
යුරේනස්, නැපට්‍යූන් සහ ප්ලූටෝ දැකගත හැක්කේ හොඳ දුරේක්ෂයකින් පමණි. යුරේනස්ට හඳවල් 5ක්ද, නැප්ට්‍යූන්ට හඳවල් 2ක්ද ඇත. ප්ලූටෝට චන්ද්‍රයින් නැතැයි යන මතය බිඳහෙලමින් චන්ද්‍රයින් 4ක් ඇති බව මෑතකදී නාසා ආයතනය මගින් යවන ලදුව, ප්ලූටෝ වටා පරිභ්‍රමණය වෙමින් ඡායාරූප ගන්නා ලද Horizons නමැති අභ්‍යවකාශ යානාව මගින් තහවුරු කරන ලදී.

සූර්යාා ග්‍රහන (Solar Eclipse)

සූර්යාග්‍රහනයක් යනු දිවා කාලයේදී හිරු මුළුමනින්ම හෝ අඩ වශයෙන් චන්ද්‍රයාගෙන් ආවරනය වීමයි. මුළුමනින්ම ආවරනය වූවිට පූර්ණ සූර්යාා ග්‍රහනයක් යයි කියනු ලැබේ. අඩ වශයෙන් ආවරනය වීම අර්ධ සූර්යාා ග්‍රහන සහ වලයාකාර සූර්යාා ග්‍රහන යනුවෙන් දෙවර්ගයකට වෙන්කළහැකිය.

සූර්යාා ග්‍රහනයක් සිදුවන්නේ හිරු සහ පොළව යාකරන සරල රේඛාවේ හිරු සහ පොළව අතර චන්ද්‍රයා පිහිටියොත් පමණි. එබැවින් එවැන්නක් සිදුවිය හැක්කේ අමාවක දිනයක පමණි. පහත

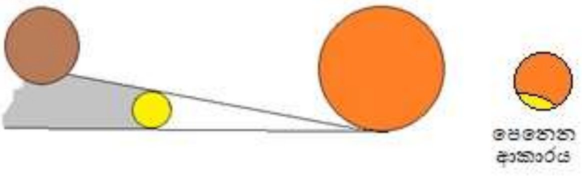
රූපයෙන් ඒබව පැහැදිලි වේ. සෑම අමාවක දිනකම චන්ද්‍රයා පිහිටන්නේ පොළව සහ හිරු අතර වුවත්, පොළව සහ හිරු යා කෙරෙන රේඛාවන් කැපෙන අයුරු නොවේ. සෑම අමාවක දිනකම සූර්යග්‍රහනයක් සිදු නොවන්නේ මේ හේතුවෙනි.



අර්ධ සූර්යග්‍රහනයක් පෙනෙන ආකාර

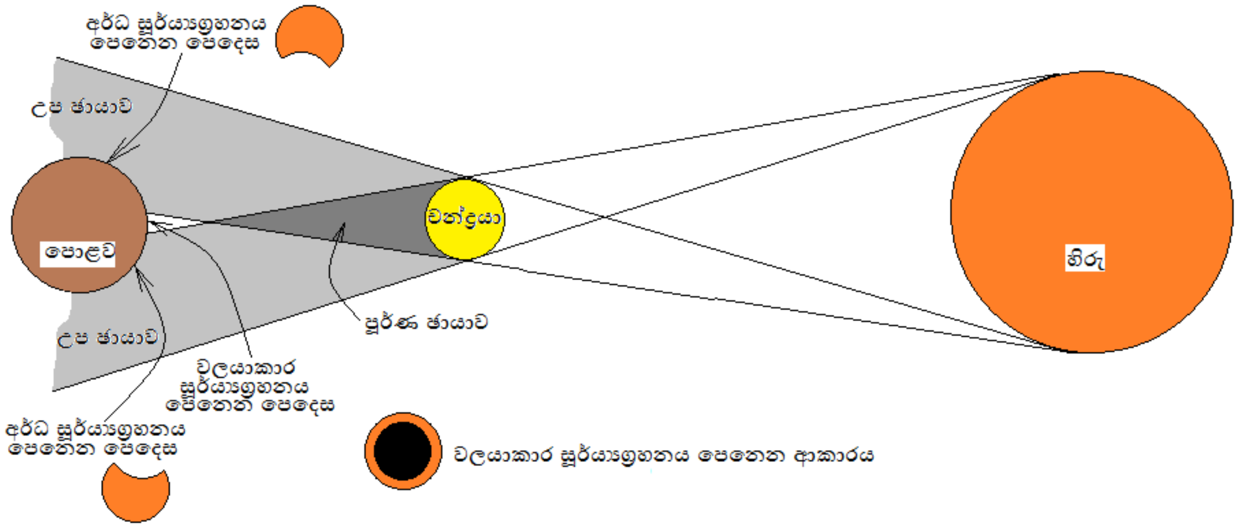
මෙහි පහත රූපයෙන් දැක්වෙන්නේ අර්ධ සූර්යග්‍රහනයක් පමණක් පවතින අවස්ථාවකි. එහිදී පෘථිවිය පවතින්නේ උප ඡායාවක් තුලය. එහි දකුණුපස දැක්වෙන්නේ එම අවස්ථාවේ හිරු පෙනෙන ආකාරයයි. උප ඡායාව තුල පවතින පෙදෙස මඳ දීප්තියකින් යුතුව දිස්වෙයි.

අර්ධ සූර්යග්‍රහනයක් පවතින අවස්ථා වලදී තවත් අපූරු සිද්ධියක් දක්නට ලැබේ. මේ අවස්ථාවේ ගස්වල සෙවනැලි නිරීක්ෂණය කළහොත් පත්‍ර අතරින් ලැබෙන හිරුරැස් නිසා ඇතිවන ඡායා එම හැඩහුරු කමින් දිස්වේ.



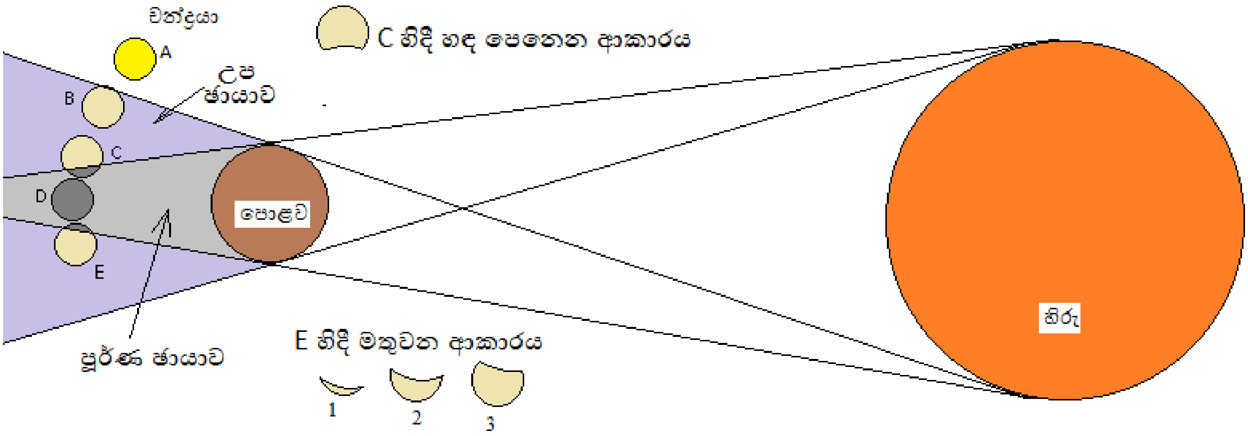
වලයාකාර සූර්යා ග්‍රහන

පහත රූපයේ දැක්වෙන්නේ වලයාකාර සූර්යග්‍රහණයක් ඇතිවන ආකාරය සහ එය පෙනෙන ආකාරයයි. මෙහිදී චන්ද්‍රයා, පූර්ණ සූර්යග්‍රහණය සිදුවන අවස්ථාවට සාපේක්ෂව තරමක් දුරින් පිහිටීම හේතුකොටගෙන එසේ සිදුවන බව රූපසටහනින් පැහැදිලි වේ.



චන්ද්‍රග්‍රහන(Lunar Eclipse)

චන්ද්‍රග්‍රහනයක් යනු හිරු නිසා හටගන්නා පොළවෙහි ඡායාව හඳ මතට වැටීම හේතුකොටගෙන අඩ වශයෙන් හෝ මුළුමනින්ම හඳ නොපෙනී යාමයි. මෙවැන්නක් සිදුවියහැක්කේ පුරපසළොස්වක දිනක රාත්‍රියේ පමණි. පහත රූපසටහනින් දැක්වෙන්නේ චන්ද්‍රග්‍රහනයකදී දක්නට ලැබෙන විවිධ අවස්ථාවන්ය. A වලින් දැක්වෙන්නේ චන්ද්‍රග්‍රහනයට සුළු වේලාවකට පෙර පූර්ණ චන්ද්‍රයා දීප්තිමත්ව පෙනෙන අවස්ථාවයි.



B හිදී චන්ද්‍රයා පොළවේ උපඡායාවට ඇතුල්වී ඇත. මෙහිදී හඳ සම්පූර්ණයෙන්ම පෙනෙන නමුත් දීප්තිය අඩුය. A සිට B දක්වා එන අතරතුර දීප්තිය ක්‍රමයෙන් අඩු වේ. C හිදී පෙනෙන ආකාරය රූපයේ දක්වා ඇත. D හිදී පූර්ණ ඡයාවට ඇතුල්වී ඇති බැවින් මුළුමනින්ම නොපෙනී යයි. E හිදී ක්‍රමයෙන් මතුවන ආකාරය අවස්ථා තුනකින් දක්වා ඇත.

සෑම පුරපසළොස්වක් දිනකම චන්ද්‍රග්‍රහනයක් සිදුනොවන්නේ හිරු සහ පොළව යා කෙරෙන සරල රේඛාව මත හඳ නොපිහිටන නිසාය.

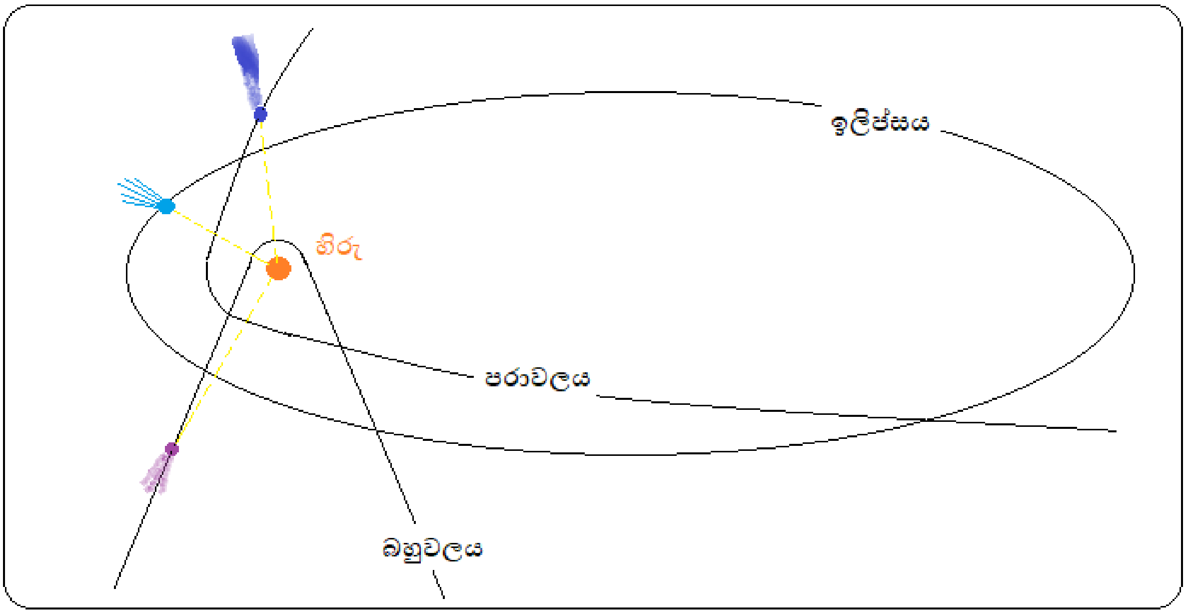
ධූම කේතු හෙවත් වල්ගාතරු

ධූමකේතු හෙවත් වල්ගාතරු යනු කලින් කල අපට දක්නට ලැබෙන අවකාශ වස්තු විශේෂයකි. මේවා හිරුගේ ගුරුත්වාකර්ශණයට යටත්ව යම් නියමිත කක්ෂයක ගමන් කරයි. මේවාට මෙම නම දී ඇත්තේ එහි එක් පැත්තක් වල්ගයක් මෙන් නිර්මාණය වී ඇති නිසාය. එමෙන්ම එම වලිගය ධූවිලි වලාවකින් සමන්විත බවත්, හිරුගේ ආකර්ශණයට යටත්වනවිට හිරු පවතින දෙසට විරුද්ධ දිශාවට යොමුවී පිහිටන බවත්, තවදුරටත් සොයාගෙන ඇත. මේවායේ කක්ෂය පහත සඳහන් තෙවර්ගයෙන් එකකට අයත් වෙයි.

1. ඉලිප්සය
2. පරාවලය
3. බහුවලය

මෙම කක්ෂය නිශ්චය වන්නේ යම් මොහොතක එහි ප්‍රවේගය, ස්කන්ධය සහ හිරුට ඇති දුර යන සාධක මතය.

ඉලිප්සයක් වුවහොත්, යම් නියමිත ආවර්ත කාලයකට පසුව නැවතත් එය දැකගතහැකිය. පරාවලයක හෝ බහුවලයක ගමන්කරන ධූමකේතු දැකගතහැක්කේ එක් කාලසීමාවක පමණි. එනම් විශ්වයේ ඉතා ඈත සිට සූර්යග්‍රහමණ්ඩලය වෙත ළඟාවන මේවා හිරුගෙන් ඈත්වෙමින්, නැවතත් වෙනත් ග්‍රහවස්තුවක හෝ තරුවක ආකර්ශනයට හසුවනතුරු සරල රේඛාවක් ඔස්සේ ගමන්කරයි.



මාගේ ධූමකේතු නිරීක්ෂණ

මා විසින් මේ දක්වා ධූමකේතු හයක් හොඳින් නිරීක්ෂණය කර ඇත. ඒවා මෙසේ දැක්විය හැකිය. ඉකේයා සෙකී, කොහුටෙක්, හැලී, ඔස්ටින්, ලෙවි සහ හේල් බොප්.

ඉකේයා සෙකී C/1965 S1

වර්ෂ1965 දී මා පේරාදෙණිය විශ්ව විද්‍යාලයේ ප්‍රථම වසරේ අධ්‍යාපනය ලබන අතරතුර මා හිතමිත්‍ර සරණපාල සමග බොහෝ දිනයන්හි රාත්‍රි අහස නිරීක්ෂණය කරමින් තරුපන්ති හඳුනාගනිමින් තාරකාවිද්‍යාව හදාරන්නට වූයෙමි. මේ අතරතුර දිනක් අහම්බෙන් මෙම ධූමකේතුව දැකගතහැකි විය. මෙය අහසේ අංශක 30 ක පමණ පෙදෙසක් පුරා පැතිර පවතින බව ඉතා පැහැදිලිව නිරීක්ෂණය කරන ලදී. මෙය 1965 සැප්තැම්බර් 18 වැනි දින, ජපන් ජාතික "කඔරු ඉකෙයා" සහ "සුටොමු සෙකී" යන තාරකා විද්‍යාඥයින් දෙදෙනා විසින් සොයාගන්නා ලදී. එබැවින් මෙම ධූමකේතුව ඔවුන්ගේ නම් වලින් හඳුන්වන අතර වෙනත් ආකාරයක තාක්ෂනික වර්ග කිරීමක් අනුව C/1965 S1 යන නාමය දී ඇත. මෙය හිරුට ලඟින්ම (perihelion) පිහිටන දිනය 1965 ඔක්තෝබර 21 දාය. එය අපහේලිකය නමින් හැඳින්වේ.

ඉකේය-සෙකී
C/1965 S1

කොහුටෙක් C/1973 E1

මෙය සොයාගන්නා ලද්දේ 1973 මාර්තු7 වැනිදා චෙකොස්ලොවැකියානු ජාතික "කොහුටෙක්" නමැති තාරකා විද්‍යාඥයා විසිනි.

මෙය හිරුට ළඟින්ම ගමන්කළේ 1973 දෙසැ. 23 වැනිදාය. මෙය ඉලිප්සීය කක්ෂයක ගමන්කරන අතර එහි ආවර්ත කාලය දින 2287 කි.

හැලීගේ ධූමකේතුව

මෙම ධූමකේතුව 1985 දෙසැම්බර් සිට 1986 මාර්තු දක්වා වරින්වර මා විසින් නිරීක්ෂණය කරන ලදී. බොහෝ දිනවල දෙනෙතිය භාවිත කරනලද නමුත් හිරුට ළඟින්ම පිහිටි දිනයන්හිදී පියවි ඇසින් නිරීක්ෂණය කළහැකි විය. දෘශ්‍ය විශාලනය (visual magnitude) 5.4 කි. හිරුට ළඟින්ම පිහිටි දිනය, එනම් අපභේලිකය (perihelion) වූයේ 1986 සැප්. 2 වැනිදාය. මෙය අනාවරනය කරන ලද්දේ 'එඩ්මන් හැලී' විසින් 1758 දීය. එහි ආවර්ත කාලය වර්ෂ 75.27 ක් බැවින් ඊළඟ දර්ශනය 1834 දී සිදුවූ අතර ඉන්පසු එය දර්ශනය වූයේ 1910 දීය.

හැලීගේ ධූමකේතුව

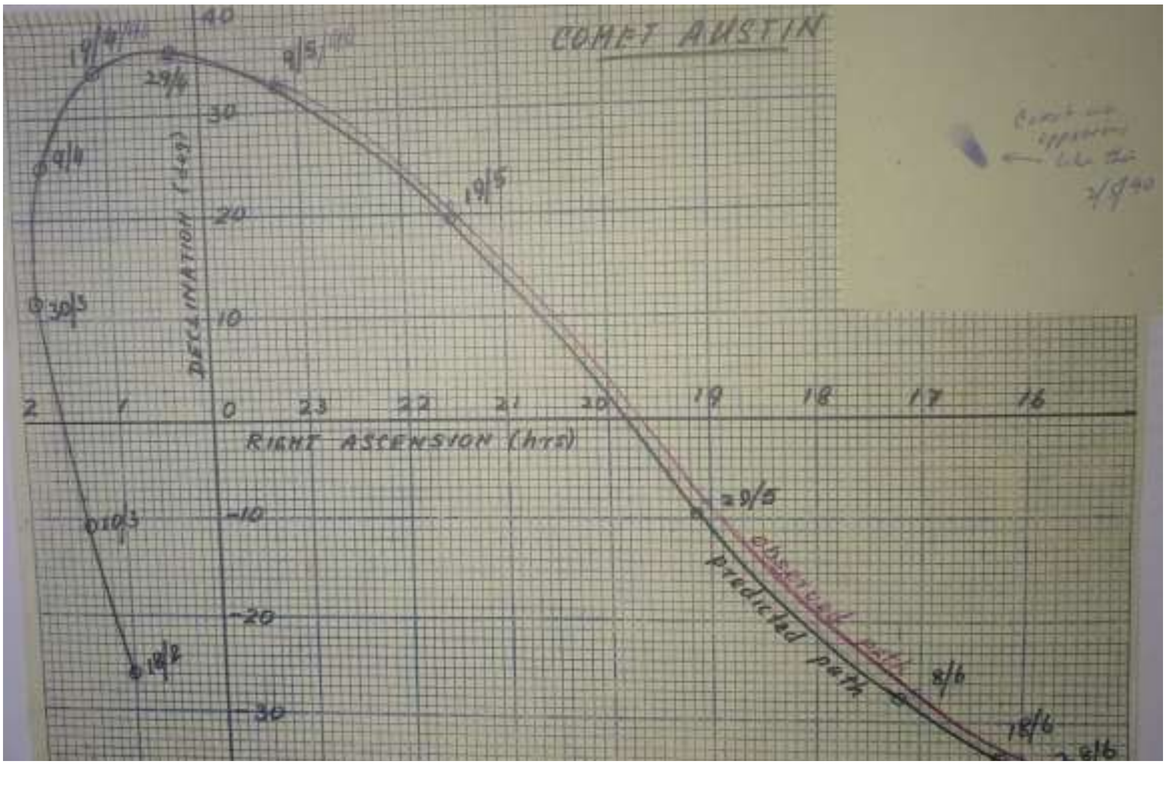
එම අවස්ථාවේදී එය මුළු අහස පුරාම විහිදී තිබුන බවත්, අඩ හඳ සහිත රාත්‍රියක මෙන් දීප්තිමත්ව පැවති බවත්, මගේ පියානන් පැවසූ බව මට අද මෙන් මතකය.

1986 අප්‍රියෙල් මාසයේදී මා විසින් නිරීක්ෂණය කරනලද අවස්ථා රාශියක් තරු සිතියමක ලකුණුකර එහි 'සෘජු ආරෝහනය'(Right assention) සහ 'ක්‍රාන්තිය' (Declination) සොයාගත් අතර, එකල මා සතුව තිබූ Sinclair ZX-Spectrum-48k පරිගණකයට ඇතුල්කර, මා විසින් සාදනලද මෘදුකාංගයේ නිරවද්‍යතාවය පරීක්ෂා කළෙමි.

ඔස්ටින් ධූමකේතුව C/1989 X1

මෙම ධූමකේතුව සොයාගන්නා ලද්දේ නවසීලන්ත ජාතික රොඩ්නි ඔස්ටින් නමැති තාරකා විද්‍යාඥයා විසින් 1989 දෙසැම්බර් 6 වැනිදාය. හිරුට ළඟින්ම (perihelion) පිහිටියේ 1990 අප්‍රියෙල් 9 වැනිදාය.

1990 අප්‍රියෙල් 28 සිට මැයි 2 දක්වා දිනපතාම වාගේ මම නිරීක්ෂණය කළෙමි. මෙහි දෘශ්ටි විශාලනය 0.1 ක් පමණ වන බැවින්, එය ඉතා හොඳින් පියවි ඇසට පෙනෙන ධූමකේතුවකි. මෙහි ගමන්මාර්ගය මා විසින් සටහන් කරනලද රූපසටහනක් පහත දක්වා ඇත.



ලෙවි ධූමකේතුව 1990 C

මෙම ධූමකේතුව පිළිබඳ විස්තර Sky & Telescope නමැති තාරකා විද්‍යා සඟරාවෙහි පලවී තිබූ අතර 1990 අගෝස්තු සිට ඔක්තෝබර් දක්වා කීපවරක් මා විසින් නිරීක්ෂණය කරන ලදී. දීප්ති විශාලනය +4 ක් පමණ වූ බැවින් බොහෝවිට දක්නට හැකි වූයේ දෙනෙතිය මගිනි.

හේල් බොප් ධූමකේතුව C1995-O1

1995 ජූනි 23 දින ඇලන් හේල් සහ තෝමස් බොප් යන තාරකා විද්‍යාඥයින් විසින් වෙන් වෙන්ව සොයාගන්නා ලද මෙම ධූමකේතුව, මෙහි අපහේලිකය 1997 අප්‍රියෙල් 1 වැනිදාය. එනම් හිරුට ළඟින්ම පිහිටීමයි. ජූනි 23 වනවිට ධනු රාශියේ පැවති මෙහි දීප්ත විශාලනය +11 ක් පමණ වූ බැවින් දෙනෙතියකින් පවා නිරීක්ෂණය කිරීම දුශ්කර වූ නමුත් 1996 මැයි වනවිට පියවි ඇසින් දැකියහැකි විය. 1997 අප්‍රියෙල් වනවිට දීප්ත විශාලනය -1.8 දක්වා වර්ධනය විය. මෙහි ආවර්ත කාලය වසර 2391ක් පමණ විය.අ

ෂූමේකර් ලෙවි ධූමකේතුව බ්‍රහස්පති මත පතිත වීම

1993 මාර්තු 24 දින 'කැරොලයින් ෂූමේකර්' , 'ඉයුජින් ෂූමේකර්' සහ 'ඩේවිඩ් ලෙවි' යන තාරකා විද්‍යාඥයින් තිදෙනා විසින් සොයාගත් D/1993 F2 හෙවත් ෂූමේකර් ලෙවි ධූමකේතුව 1994 ජූලි හිදී බ්‍රහස්පති ග්‍රහයා සමග ගැටුනි.

සූර්යයා

පෘථිවියේ වෙසෙන අප ඇතුළු සියළුම සත්වයින්ට වඩාත්ම වැදගත්, වඩාත්ම ප්‍රයෝජනවත් කුමක්දැයි ප්‍රශ්ණ කළහොත් දියහැකි එකම පිළිතුර වනුයේ සූර්යයා යන්නයි. කොටින්ම කියතොත් හිරු නැත්නම් කිසිම සත්වයෙකුට ජීවත්විය නොහැක. කිසිම වෘක්ෂ ලතාවකට පැවතිය නොහැක.

සූර්යයා යනු අඛන්ඩ න්‍යෂ්ටික ප්‍රතික්‍රියවක් සිදුවෙමින් ගිනිගෙන දැවෙන වස්තුවකි. ඉන් විශ්වයට මුදාහරින අතිවිශාල ශක්තියෙන් අබමල් රේනුවක තරම් කුඩා ප්‍රමාණයක් පොළවට ලැබෙන බව කියතොත් එය අතිශයෝක්තියක් නොවේ. පොළවෙහි වෙසෙන හෝ පවතින සියළුම සත්වයින් සහ සියළුම වෘක්ෂ ලතාවන්හි ජීවයේ පැවැත්මට උපකාරි වන්නේ එම සූර්යයා ශක්තියයි. එහි ආරම්භය වසර ට්‍රිලියන ගණනකට නැතහොත් කල්ප අසංකෙයිය ගණනකට ඉහතදී සිදුවන්නට ඇත. තවත් ඒ හා සමාන කාලයකට පසුව ඒ සියල්ල විනාශ වී යයි.

චන්ද්‍රයා

අප වෙසෙන පෘථිවියට ළඟින්ම පිහිටි ග්‍රහ වස්තුව චන්ද්‍රයා වේ. මෙම ග්‍රහ වස්තුවද සෑදී ඇත්තේද පොළව මෙන්ම පස්, ගල් ආදියෙනි. එබැවින් ඒ පිළිබඳව කරුණු හැදෑරීම ඉතා වැදගත්ය. හඳ අපට පෙනෙන්නේ කෙලෙසද යන්න පළමුව සලකා බලමු. අඳුරේ පවතින වස්තුවක් පෙනෙන්නට නම් එක්කෝ එමගින් ආලෝකයක් නිකුත්විය යුතුයි, නැතහොත් වෙනත් ප්‍රභවයක සිට පැමිනෙන ආලෝකය එම වස්තුව මගින් පරාවර්තනය විය යුතුයි. මෙම අන්ධකාර විශ්වයේ පවතින චන්ද්‍රයා මත පතනයවන හිරු එළිය පරාවර්තනය වී අපවෙත පැමිණීම හේතුකොටගෙන අපට එය දීප්තිමත් ලෙස දැකගත හැකිය.

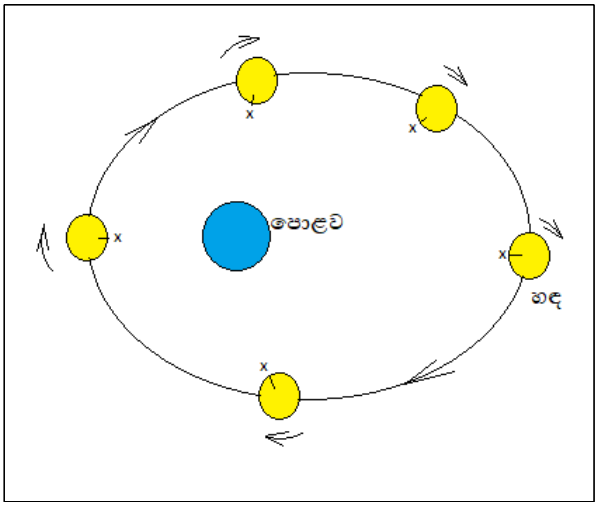
පුර පසලොස්වක දින සැන්දෑවේ බටහිරින් හිරු බැස යාමත් සමගම නැගෙනහිරින් පායාගෙන එන පුරහඳ අපට හුරු පුරුදු දෙයකි. පසුවදා මිනිත්තු 50 ක් පමණ පමාවී පායන චන්ද්‍රයා පෙනෙන්නේ සුළු ප්‍රමාණයක් අඩුවෙන් බව හොඳින් නිරීක්ෂණය කරනවිට පැහැදිලි වෙයි. ඊට පසුදින තවත් මිනිත්තු 50 ක් පමණ පමාවී පායන අතර පෙනෙන ප්‍රමාණය තවත් ස්වල්පයක් අඩුවේ. මේ අයුරු දින හතකට

පමණ පසු මැදියම් රැයේදී පායන අඩහඳ පෙනෙන්නේ අර්ධ වෘත්තයතක් ලෙසින්ය. එම දිනය අවඅටවක දින නමින් හැඳින්වේ. ඉන් දින හතකට පමණ පසුව එළඹෙන්නේ අමාවක නැතහොත් මාසෙපෝය දිනයයි. එදින හඳ යන්තමින්වත් පෙනෙන්නේ නැත. එයින් දින හතකට පමණ පසුව එළැඹෙන දිනය පුර අටවක නමින් හැඳින්වෙන අතර හඳ පායන්නේ මධ්‍යාහ්නයේදීය. මෙදිනද අඩහඳ පෙනෙන්නේ අර්ධවෘත්තයක් ලෙස වුවත් එය, පුරඅටවක දින පෙනෙන අර්ධය නොව අනෙක් අර්ධයයි. ඉහත සඳහන් කරනලද දින හතර සතර පෝය ලෙස හැඳින්වේ. සතර පෝයට අයත් සම්පූර්ණ කාල සීමාව චන්ද්‍රමාසයක් ලෙස ඇත අතීතයේ සිටම භාවිතයේ පැවතුනි.

හඳේ අපට නොපෙනෙන පැත්ත (dark side of the moon)

හඳ දෙස හොඳින් බලන කෙනෙකුට පැහැදිලිව නිරීක්ෂණය කළහැකි කරුනක් නම් හැමදාමත් අපට පෙනෙන්නේ එහි එකම පැත්තක් බවයි. අනෙක් පැත්ත නොපෙනෙන බැවින් ඉංග්‍රීසියෙන් එය “ඩාක් සයිඩ්” යනුවෙන් නම් කරඇත. මේ හේතුව නිසා සමහරු එය හඳේ “අඳුරු පැත්ත” යනුවෙන් සඳහන් කළත් එය වැරදි කියමනකි. හරි වචන විය යුත්තේ “නොපෙනෙන පැත්ත” යන්නයි. එහි වැදගත් අර්ථයක් ඇත.

සෑමවිටකම අපට පෙනෙන්නේ හඳේ එකම පැත්තක් පමණි අනෙක් පැත්ත පොළවේ සිටින කෙනෙකුට කිසිම අයුරකින් දැකගත නොහැකිය. ඊට හේතුව, හඳ එහි භ්‍රමණ අක්ෂය වටා එක් වටයක් භ්‍රමනය වීමට ගතවන කාලයත්, පොළව වටා ඇති කක්ෂයෙහි එක් වටයක් සම්පූර්ණ කිරීමට ගතවන කාලයත් සර්වසම වීමයි. ඒබව මෙම රූපයෙන් වඩාත් පැහැදිලි වේ. මෙහි නිල් පැහැයෙන් පොළවද, කහ පැහැයෙන් හඳද, දක්වා ඇත. හඳෙහි පොළවට පෙනෙන එක්තරා ස්ථානයක් x ලෙස දක්වා ඇත. එම ස්ථානය පොළවට යොමු වන අයුරු තමා වටා එක් වටයක් භ්‍රමනය වනවිට පොළව වටා යන කක්ෂය දිගේද එක් වටයක් ගොස් ඇත. එබැවින් x සෑමවිටම පොළවට පෙනෙන පැත්තය. ඊට විරුද්ධ පැත්ත කිසි විටකත් පොළවට පෙනෙන්නේ නැත.

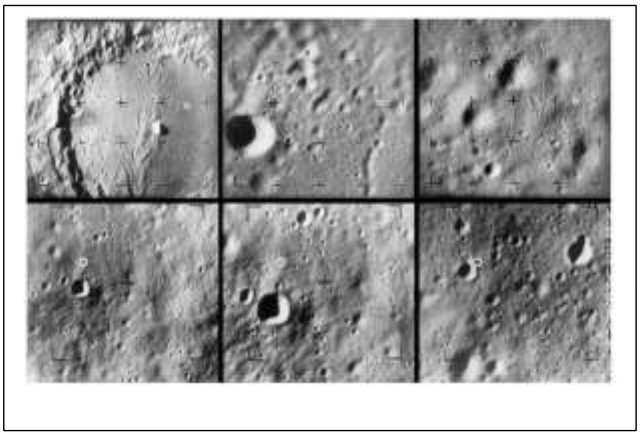


හඳෙහි වායුගෝලයක් නැත. එබැවින් හඳ මත සිටින කෙනෙකුට අහස පෙනෙන්නේ අන්ධකාර රාත්‍රියක් ලෙසටය. එක් පැත්තකින් හිරු පෙනුනත් තරු සහිත පසුබිම අඳුරු රාත්‍රියක් මෙන් පෙනේ. වායුගෝලයක් නැති බැවින් හඳ වෙත ඇදී එන උල්කාපාත කිසිම බාධාවකින් තොරව හඳෙහි පෘශ්ටය මත අධික වේගයකින් ගැටී වලක් හැරෙයි. ගැටුම නිසා පිටතට වීසිවෙන ගල් පස් ආදිය එම වල වටේට තැන්පත් වේ. මේවා හඳේ ඇති ආවාට ලෙස හැඳින්වේ. ඒ බව ඡායාරූප වලින් සනාථ වෙයි.

හඳේ විශ්කම්භය පොළවෙන් ¼ ක් පමණ වන බැවින් ගුරුත්වාකර්ශනයද පොළවෙන් හයෙන් පංගුවක් තරම් වේ. උදාහරණයක් ලෙස පොළවෙහි මීටරයක් උඩ පැනියහැකි කෙනෙකුට හඳ මතදී මීටර හයක් උඩ පැනිය හැකිය. වායුගෝලයක් නැති බැවින් ඔක්සිජන්ද වායුමය වශයෙන් නොපවතී. එබැවින් කිසිම ජීවයක් නොපවතී.

<u>හඳේ සිතියම් සහ ඡායාරූප</u>

වර්ෂ 1645 දී තාරකා විද්‍යාඥ "මයිකල් වැන්" විසින් ප්‍රසිද්ධ කරනලද, හඳේ පළමු සිතියම මෙහි දැක්වෙයි. ඊට වසර කීපයකට පෙර අභාවයට පත් ගැලිලියෝ විසින් ප්‍රථම වරට නිපදවන ලද දූරේක්ෂය මගින් චන්ද්‍රයා නිරීක්ෂණය කර අඳින ලද සිතියමක් බව සැලකිය හැකිය.



අද ඉතා පැහැදිලි ඡායාරූප නාසා ආයතනය මගින් ප්‍රසිද්ධියට පත්කර ඇත. මෙහි වම් පැත්තේ දැක්වෙන්නේ 1965 මාර්තු 24 වැනි දින (මිනිසා හඳට යාමට පෙර) හඳ මත පතිත කරවූ රේන්ජර්-9 යානාවෙන් ගන්නා ලද ඡායාරූප හයකි. ඉහළ වම්පස ඇති පළමුවැන්නෙන් දැක්වෙන්නේ එය පතිත වූ "අල්ෆොන්සුස්" ආවාටයයි. ඒවායේ සුදු පැහැති රවුමෙන් දැක්වෙන්නෙ යානය පතිතවී විනාශ වූ ස්ථානයයි. පහළ දකුණු පැත්තේ ඇත්තේ ගැටුමට පෙර අවසන් වරට ගන්නා ලද ඡායාරූපයයි.

<u>දෘශ්ටි උපකරණ</u>

ආලෝකයට සම්බන්ධ උපකරණ දෘශ්ටි උපකරණ ලෙස හැඳින්වේ. ඒවා ගණනාවක් පහත දැක්වේ. ඒ සෑම එකකටම වාගේ භාවිත කෙරෙන උපාංග ගණනාවක් ඇත. ඒවා නම්, තල දර්පනය, උත්තල දර්පනය, අවතල දර්පනය, උත්තල කාචය, අවතල කාචය, ප්‍රිස්මය යනාදියයි.

- සරල අන්වීක්ෂය හෙවත් විශාලක කාචය (magnifying glass)
- සංයුක්ත අන්වීක්ෂය (compound microscope)
- ඉලෙක්ට්‍රොනික අන්වීක්ෂය (electronic microscope)
- දූරේක්ෂය (telescope)
- වර්ණාවලිමානය (spectrometer)
- ප්‍රක්ෂේපකය (projector)
- කැමරාව (camera)

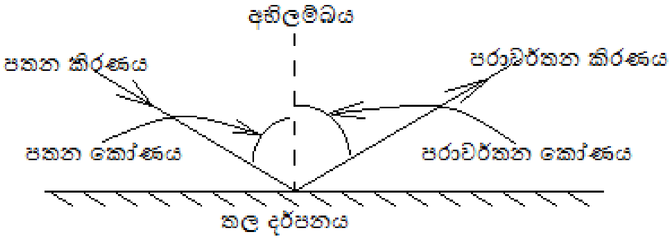
තාරකා විද්‍යාව සඳහා මේවායේ ඇති වැදගත්කම කුමක්දැයි ඔබට සිතෙන්නට පුළුවන. තාරකා විද්‍යාව හදාරීමේදී අපට වැදගත් වන්නේ නක්ෂත්‍ර දූරේක්ෂය, වර්ණාවලිමානය සහ කැමරාව පමණි. නමුත් ඒ ගැන පැහැදිලි අවබෝධයක් ලබාගැනීමට නම් ඊට අදාල තවත් උපාංග කීපයක් පිළබඳව මනා අවබෝධයක් තිබිය යුතුය. එබැවින් අත්‍යවශ්‍ය ඒවා පමණක් පහත විස්තර කෙරේ.

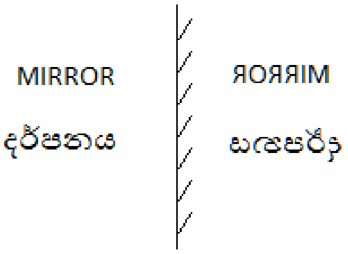
<u>දර්පන (mirror)</u>

ප්‍රධාන වශයෙන් දර්පන වර්ග තුනක් ඇත. සරලම දර්පනය තල දර්පනයයි. සරලව පවසතොත් මෙය මුහුණ බලන කන්නාඩියයි. මේවා සාමාන්‍යයෙන් සාදා ඇත්තේ තල පෘෂ්ඨ සහිත වීදුරු තහඩුවක එක් පෘෂ්ඨයක් රිදී හෝ රසදිය ආලේප කිරීමෙනි. තවත් වර්ගයක් නම් ඉතා හොඳ තල පෘෂ්ඨයක් සහිත ලෝහ තැටියකි. මේ සඳහා නිකල් හෝ රිදී භාවිත කෙරේ.

තල දර්පනයකින් ආලෝක කිරණයක් පරාවර්තනය වන්නේ පරාවර්තන නියම දෙකකට යටත්වය. ඒවා නම්

- පතන කිරණයත් පරාවර්තන කිරණයත් පතන ලක්ෂයේදී දර්පනයට ඇඳි අභිලම්බයත් එකම තලයක පිහිටයි.
- පතන කෝණය සහ පරාවර්තන කෝණය සමාන වේ.

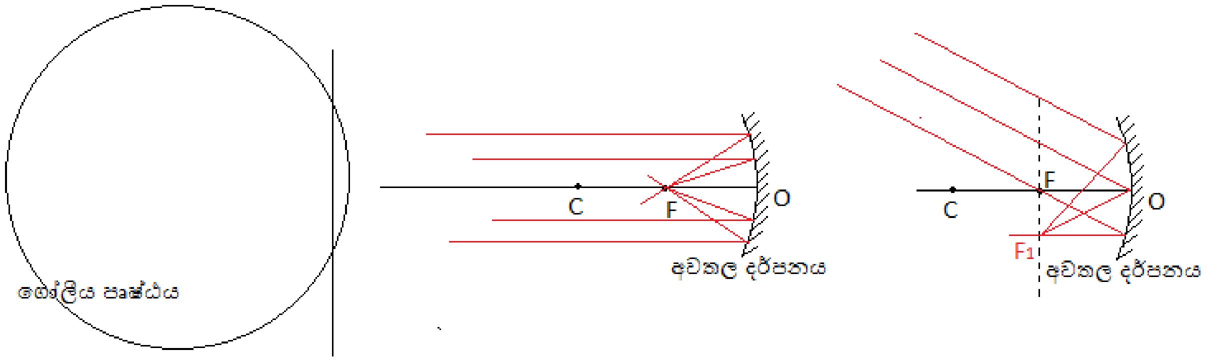




ඉහත රූපසටහනේ වම් පැත්තේ දැක්වෙන්නේ පරාවර්තන නියම දෙකයි. දකුණු පැත්තේ පෙන්වා ඇත්තේ දර්පනයක් තුලින් පෙනෙන ප්‍රතිබිම්බය පෙනෙනප ආකාරයයි. එහි වම සහ දකුණ මාරුවී ඇති බව පෙනේ. නමුත් උඩ සහ යට මාරුවී නැත.

<u>අවතල දර්පන (concave mirror)</u>

ගෝලයක ඇතුල් පෘෂ්ඨය පරාවර්තන පෘෂ්ඨයක් වේ නම් එම ගෝලයෙන් කුඩා කොටසක් අවතල දර්පනයක් ලෙස හැඳින්වේ. පහත රූපසටහනේ වම් පැත්තේ රූපයෙන් එය පැහැදිලි වේ. එම ගෝලයේ කේන්ද්‍රය වක්‍රතා කේන්ද්‍රය ලෙස හැඳින්වේ. OC දුර දර්පනයේ වක්‍රතා අරය වේ. එහි ඇති අනෙක් රූපසටහන් දෙකින් දැක්වෙන්නේ මේ ආකාරයේ අවතල දර්පනයකි. එහි මධ්‍ය ලක්ෂ්‍යය වන O, කේන්ද්‍රය හෙවත් ධ්‍රැවය ලෙස හැඳින්වේ. එහි C ලෙස දක්වා ඇත්තේ වක්‍රතා කේන්ද්‍රයයි. OC රේඛාව දර්පනයේ අක්ෂය ලෙස හැඳින්වේ. මැද රූපයෙන් දැක්වෙන පරිදි අක්ෂයට සමාන්තර අලෝක කිරණ සමූහයක් දර්පනයෙහි පතනය වේ නම් ඒ සියල්ල පරාවර්තනය වීමෙන් පසු, අක්ෂය මත පිහිටි F ලකෂ්‍යය හරහා යයි. F ලකෂ්‍ය දර්පනයේ නාභිය ලෙස හැඳින්වේ. තවද, F ලක්ෂ්‍යයෙහි ආලෝක ප්‍රභවයක් පවතිනවිට, එම ලක්ෂ්‍යයෙන් නිකුත්වන කිරණ සියල්ල දර්පනයෙන් පරාවර්තනය වීමෙන් පසු අක්ෂයට සමාන්තර ලෙස ගමන් කරයි.



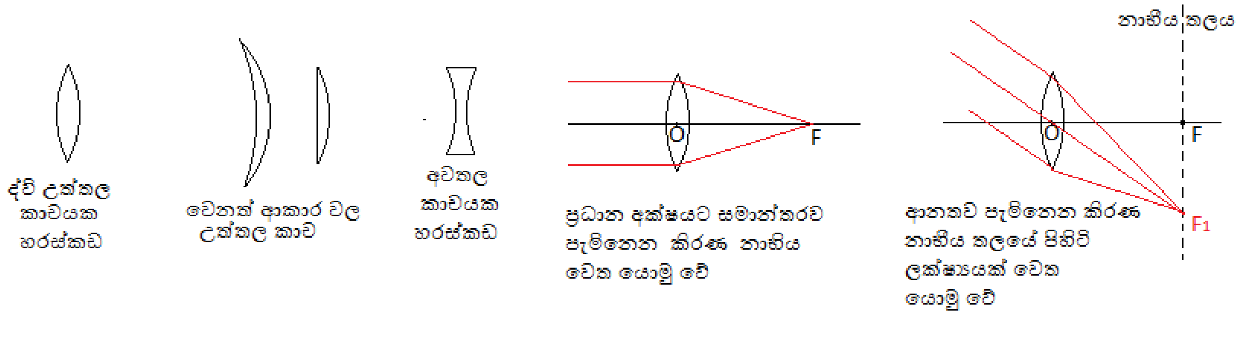
රූපයේ දකුණු පැත්තෙන් දැක්වෙන පරිදි අක්ෂයට ආනත ලෙස පැමිණෙන සමාන්තර කිරණ සමූහයක් F_1 වැනි ලක්ෂායක් වෙත නාභිගත වේ. F හරහා පවතින අක්ෂයට ලම්බක තලය, නාභීය තලය ලෙස හැඳින්වේ. F_1 පිහිටන්නේ එකී නාභීය තලය මතය. OF දුර දර්පනයේ නාභීය දුර (Focal Length) ලෙස හැඳින්වේ. එය (වක්‍ර දර්පන සඳහා පමණි) වක්‍රතා අරයෙන් හරි අඩකට සමානය.

මෙවැනි අවතල දර්පනයක් හිරු දෙසට එල්ල කළහොත් ඉහත කී F හෝ F_1 ස්ථානයේ හිරුගේ තාත්වික ප්‍රතිබිම්බයක් දක්නට ලැබේ. මෙහිදී ආලෝකය පමණක් නොව සූර්යා තාපයද එම ස්ථානයට නාභිගතවීම හේතුකොටගෙන, එම ස්ථානයේ තැබූ කඩදාසියකට ගිනි ඇවිලේ.
ගෝලයේ පිට පැත්තේ පෘෂ්ඨය පරාවර්තක පෘෂ්ඨයක් වේ නම්, ලැබෙන්නේ උත්තල දර්පනයකි. එය දූරේක්ෂ සඳහා අවශ්‍යය වන්නේ කලාතුරකිනි.

කාච (lenses)

පාරදෘශ්‍ය වීදුරු හෝ වෙනත් එවැනි ද්‍රව්‍යයකින් සමන්විත වෘත්තාකාර තැටියක වටේ ගනකම සහ මැද ගනකම, ක්‍රමානුකූලව වෙනස් වේ නම්, එය කාචයක් ලෙස හැඳින්වේ. ප්‍රධාන වශයෙන් කාච වර්ග දෙකකි. ඒවා උත්තල (convex) සහ අවතල (concave) කාච නම් වේ. මේවා අතුරෙන් අවතල කාච, නක්ෂත්‍ර දූරේක්ෂ සඳහා සාමාන්‍යයෙන් භාවිත නොකෙරේ. නමුත් සංයුක්ත අවර්ණක උත්තල කාච සෑදීම සඳහා ඒවා භාවිත කෙරේ.

උත්තල කාච සියළුම දෘෂ්ටි උපකරණ සඳහා භාවිත කෙරේ. පහත රූපසටහනේ උත්තල කාච වර්ග කීපයක සහ අවතල කාචයක හරස්කඩ දැක්වේ. එහි දකුණුපස රූප දෙකකි දැක්වෙන්නේ උත්තල කාචයක් වෙත පැමිණෙන සමාන්තර කිරණ නාභිගතවන ආකාරයයි. කාචයේ අක්ෂය OF වන අතර O යනු කාචයේ කේන්ද්‍රයයි. F යනු ප්‍රධාන නාභියයි. අක්ෂයට සමාන්තරව පැමිණෙන කිරණ සියල්ල F නාභිය වෙත යොමු වේ. අක්ෂයට ආනතව පැමිණෙන සමාන්තර කිරණ නාභීය තලයේ පිහිටි F_1 නමැති ස්ථානයකට නාභිගත වේ. ඒබව දකුණේ ඇති රූපයෙන් පැහැදිලි වේ. OF දුර කාචයේ නාභීය දුර (Focal Length) ලෙස හැඳින්වේ. උත්තල කාචයක නාභීය දුර පහසුවෙන් සොයාගත හැකිය. හොඳින් හිරු පායා ඇති අවස්ථාවක, උත්තල කාචයට පතිතවන හිරුරැස් මගින් හිරුගේ පැහැදිලි ප්‍රතිබිම්බයක් ලබාගන්න. කාචයේ සිට ඊට ඇති දුර එහි නාභිය දුර වේ.



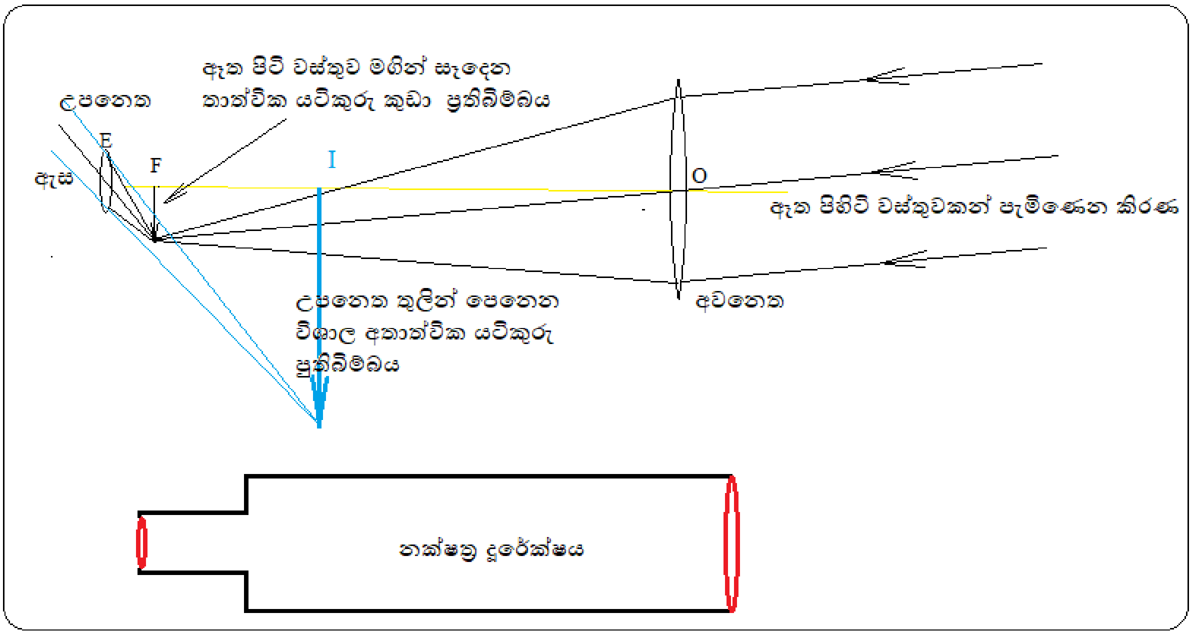
<u>දූරේක්ෂය (Telescope)</u>

දූරේක්ෂය යනු දුර ඇති වස්තුවක් ළඟ තිබෙන්නාක් මෙන් පෙනෙන, නැතහොත් විශාලවී පෙනෙන අයුරු නැරඹීම සඳහා භාවිත කරන උපකරණයයි. නිර්මාණය අනුව දූරේක්ෂ වර්ග කළහැකි ආකාර කීපයක් ඇත. ඒවා නම්,

- ගැලිලියෝ දූරේක්ෂය
- නක්ෂත්‍ර දූරේක්ෂය
- භූ-දූරේක්ෂය
- දෙනෙතිය (Binocular)
- පරාවර්තක දූරේක්ෂය

භෞතික විද්‍යා ග්‍රන්ථ වල මේ සියල්ල විස්තරාත්මකව දැක්වේ. තාරකා විද්‍යාව සඳහා වැදගත් වනුයේ, නක්ෂත්‍ර දූරේක්ෂය සහ පරාවර්තක දූරේක්ෂයත්, ඒවායේ විකරනයන් සහිතව වැඩිදියුණු කරනලද උපකරණත් වෙයි.

<u>නක්ෂත්‍ර දූරේක්ෂය (Astronomical Telescope)</u>



සරලම නක්ෂත්‍ර දූරේක්ෂයක ඇත්තේ උත්තල කාච දෙකකි. ඉන් එකක් වැඩි නාභිය දුරක් (සෙමී 100 ක් පමණ) සහිත එකකි. අනෙක අඩු නාභිය දුරක් (සෙමී 1 ක් පමණ) සහිත එකකි. අඩු නාභිය දුර සහිත කාචය ළඟ ඇස තැබිය යුතුය. එම කාචය උපනෙත (Eye piece) ලෙස හැඳින්වේ. වැඩි නාභියදුර සහිත කාචය අවනෙත (Object Lens) ලෙස හැඳින්වේ. මෙවැන්නක දල සටහනක් ඉහත රූපයේ දැක්වේ. ඈත පිහිටි වස්තුවක කුඩා යටිකුරු තාත්වික ප්‍රතිබිම්බයක් එහි නාභිය වන F හි සෑදෙන අතර එය උපනෙත තුලින් බලනවිට විශාලවී පෙනේ. අවසාන ප්‍රතිබිම්බය කීගුණයකින් විශාල වේද යන්න විශාලනය (magnification) නමින් හැඳින්වේ. අවනෙතෙහි නාභියදුර උපනෙතෙහි නාභිය දුරෙන් බෙදූවිට ලැබෙන අගය විශාලනයයි.

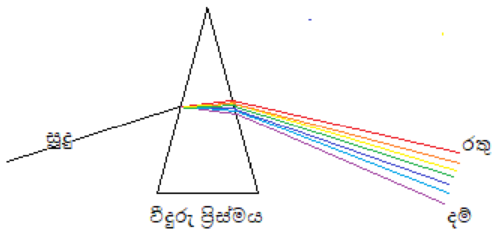
උදාහරණ ලෙස අවනෙත සෙමී 50ක නාභිය දුරක්ද, උපනෙත සෙමී 0.5 ක නාභිය දුරක්ද වූ උත්තල කාච වලින් සමන්විත නම් විශාලනය = 50/0.5 = 100

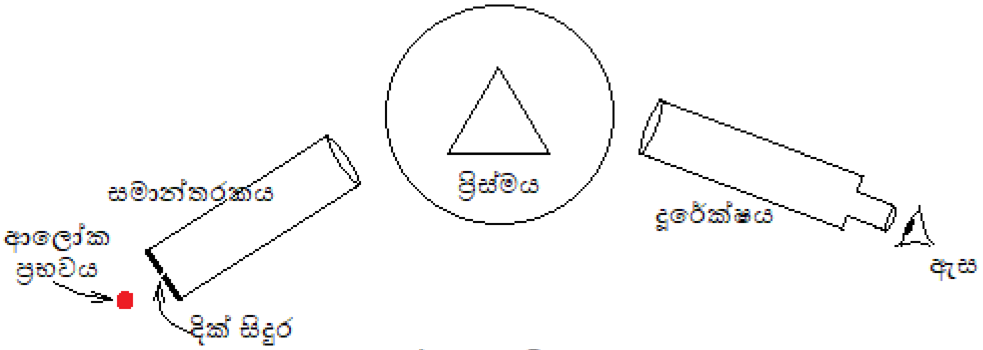
වඩා අනර්ග දුරේක්ෂ පරාවර්තක දුරේක්ෂ වන අතර අවනෙත සඳහා භාවිත කරන්නේ දිග නාභිය දුරක් සහිත අවතල දර්පනයකි.

වර්ණාවලිමානය (spectrometer)

මෙම උපකරණය පිළිබඳව කෙටි හැඳින්වීමක් කරන්නේ නම්, යම් ආලෝකයක පවතින වර්ණ සියල්ල විශ්ලේෂනය කර දැක්වීම සඳහා මෙම උපකරණය උපයෝගී කරගනු ලැබේ. මෙහි වැදගත්ම උපාංගය වන්නේ ප්‍රිස්මයකි. හිරු එළිය (සුදු ආලෝකය) ප්‍රිස්මයක් තුලින් යැවූවිට, සියළුම වර්ණ වලට වෙන්වී සම්පූර්ණ වර්ණාවලියම ලැබේ. ප්‍රධාන වශයෙන් ඒවා වර්ණ හතක් ලෙස දැක්වුවද, එය වර්ණ මිලියනයකින් පමණ සමන්විත වේ.

ප්‍රිස්මයක් තුලින් ගමන් කරන සුදු ආලෝකය වර්තනය වීම හේතුකොටගෙන එක් දිශාවකට නැමෙන අතර එක් එක් වර්ණ නැමෙන්නේ විවිධ ප්‍රමාණ වලිනි. මේ හේතුව නිසා එය වර්ණ වලට වෙන් වෙයි. මේ බව සරල පරීක්ෂණයකින් අවබොධ කරගතහැකිය. මෙහි දැක්වෙන රූපයෙන් මේ බව පැහැදිලි වේ.

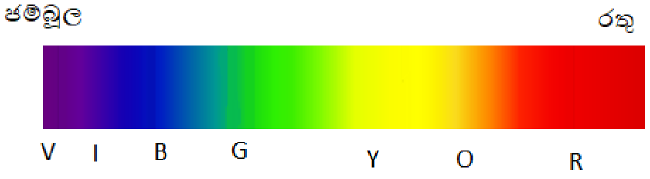




වර්ණාවලිමානය

ඉහත දැක්වෙන්නේ වර්ණාවලිමානයක දළ රූපසටහනකි. එහි ආලෝක ප්‍රභවය ලෙස සූත්‍රිකා පහනක් භාවිත කළහොත් සමාන්තරකයේ ඇති දික්සිදුර ඉන් ආලෝකමත් වේ. එම දික් සිදුර මිමී 0.1 ක් පමණ පළල මිමී 10 ක් පමණ දිගැති සිදුරකි. එය, සමාන්තරකයේ අනිත් කෙළවරෙහි පිහිටි උත්තල කාචයේ නාභීය තලය මත පිහිටන බැවින් ඉන් නිකුත්වන ආලෝකය, උත්තල කාචයෙන් පිටවන්නේ සමාන්තර කදම්බයක් විලසිනි. එම ආලෝක කදම්බය ප්‍රිස්මය තුලින් යාමේදී වර්ණ වලට විභේදනය වී දුරේක්ෂයට ඇතුල් වේ. එය, එහි තබා ඇති ඇසට පෙනෙන්නේ වර්ණවත් පටියක් විලසිනි.

වර්ණාවලිමානය තුලින් පෙනෙන එම වර්ණවත් පටිය මෙහි දකුණුපස පෙනෙන අයුරු වේ. එහි එක් කෙළවරක ජම්බුල වර්ණය දෘශ්‍යමාන වේ. එය ක්‍රමානුකූලව ඉන්ඩිගෝ වර්ණයටද පසුව ක්‍රමානුකූලව නිල් වර්ණයටද යනාදී වශයෙන් අනෙක් කෙළවර රතු වර්ණයෙන් යුක්ත වේ.



මෙම කරුණු තාරකාවිද්‍යාවට වැදගත් වන්නේ ඇයිදැයි ඔබට සිතෙන්නට පුළුවන. ඒවා ඉතාම වැදගත් බව පහත දැක්වෙන කරුණු අනුව පැහැදිලි වෙයි.

මූලද්‍රව්‍ය වල වර්ණාවලි

බොහෝ මූල ද්‍රව්‍යයන් ඉහළ උෂ්ණත්වයකට රත්කළවිට අයනීකරනය වේ. මෙවිට ඉහළ ශක්ති තත්වයක පවතින ඉලෙක්ට්‍රෝන පහළ ශක්ති තත්වයකට පත්වෙමින් යම් ශක්ති ප්‍රමාණයක් මුදාහරී. එලෙසින් මුදාහරින ශක්තිය සමහර අවස්ථාවන්හිදී ආලෝකය ලෙස දෘශ්‍යමාන වේ. එය යම් නියමිත තරංග ආයාමයක් සහිත යම් නියමිත වර්ණයක ආලෝකයකි. මූල ද්‍රව්‍ය කීපයක වර්ණාවලි පහත දැක්වේ. එම මූලද්‍රව්‍යයෙන් ලැබෙන ආලෝකය වර්ණාවලිමානයෙන් පිරික්සූ විට, අපට දක්නට ලැබෙන්නේ ඉහත කී වර්ණ පටියක් නොව, අදාල වර්ණ වලට අනුරූප රේඛා කීපයකි. එම හැම රේඛාවක්ම වර්ණාවලිමානයේ දික්සිදුරේ ප්‍රතිබිම්බයකි.

මූල ද්‍රව්‍යය	වර්ණය	තරංග ආයාමය (ඇංස්ට්‍රෝම් ඒකක) (1Å = 10^{-8}cm)
සෝඩියම් Na	තැඹිලි තැඹිලි	5895.9 5890.0
ලිතියම් Li	රතු තැඹිලි නිල්	6708 6104 4602
කැඩ්මියම් Cd	රතු කොළ නිල්	6438.5 5085.8 4799.9
පොටෑසියම් K	රතු ජම්බුල	7668 4047

ප්‍රබල දුරේක්ෂයක් යම් තරුවකට යොමුකළවිට ලැබෙන ආලෝකය වර්ණාවලිමානයකට යොමුකර පරීක්ෂා කළවිට, එම තරුවෙහි ඇති මූලද්‍රව්‍ය බොහොමයක මිශ්‍රණයක් දක්නට ලැබේ. එනම් ඒ සියල්ලෙහිම වර්ණාවලි මිශ්‍රණයකි. ඒවා ප්‍රවේසමින් විශ්ලේෂනය කළවිට මූලද්‍රව්‍යයන් සියල්ලම වාගේ හඳුනාගතහැකිය.

ඩොප්ලර් ආවරණය

ක්‍රිස්ටියන් ඩොප්ලර් නමැති විද්‍යාඥයා විසින් වර්ෂ 1842 දී අනාවරනය කරගන්නාලද එක්තරා සංසිද්ධියක් ඩොප්ලර් ආවරණය නමින් හැඳින්වේ. ඔහු මෙය සොයාගත්තේ ශබ්ද තරංග සඳහාය. යම් ප්‍රභවයක් සහ නිරීක්ෂකයෙක් අතර සාපේක්ෂ චලිතයක් පවතිනවිට නිරීක්ෂකයාට දැනෙන්නේ ප්‍රභවයේ නියම සංඛ්‍යාතය නොවන බව අනාවරනය කරනලද ඔහු, එම වෙනස ගණනය කිරීම සඳහා සුදුසු සමීකරණයක්ද ඉදිරිපත් කරන ලදී.

මේ සඳහා සරල උදාහරණයක් මෙසේ ඉදිරිපත් කළහැකිය. ගිලන් රථයක් සයිරනය නාදකරමින් ඔබ ළඟට පැමිණෙනවිට ඔබට ඇසෙන්නේ එහි නියම සංඛ්‍යාතය නොව ඊට වඩා ඉහළ සංඛ්‍යාතයකි. එය ඔබව පසුකර යන විටම ඇසෙන සංඛ්‍යාතය සැනෙකින් පහළට යයි.

මෙම සංසිද්ධිය, ශබ්දය තරංග සඳහා පමණක් නොව ආලෝක තරංග සඳහාද එලෙසම යොදාගතහැකිය. ඔහු ඉදිරිපත් කරනලද සමීකරණය මෙසේය.

$$f_o = f_s (v + v_o) / (v + v_s)$$

මෙහි f_o = නිරීක්ෂකයාට දැනෙන සංඛ්‍යාතය

f_s = ප්‍රභවයේ සංඛ්‍යාතය

v_o = නිරීක්ෂකයාගේ වේගය

v_s = ප්‍රභවයේ වේගය

v = තරංග වල වේගය

තරු සඳහා යොදාගැනීමේදී පහත දැක්වෙන පරිදි සංශෝධනය කළහැකිය. සංඛ්‍යාතය වෙනුවට අදාල වර්ණයේ සංඛ්‍යාතය ගතයුතුය. තරංග ආයාමය යොදාගැනීම පහසුය.
එසේ වෙනස්කර සුළු කළවිට පහත සඳහන් සමීකරණය ලැබේ.

$$V = c\{(\lambda_o / \lambda_s) - 1\}$$

මෙහි V = ප්‍රභවයේ වේගය

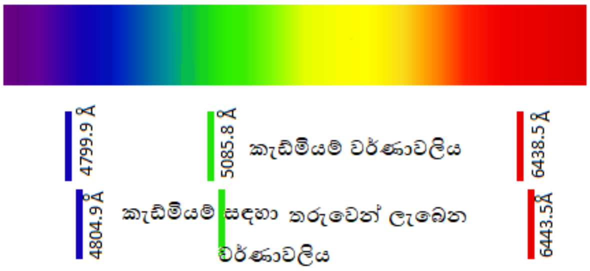
λ_o = නිරීක්ෂණය කරනලද තරංග ආයාමය

λ_s = ප්‍රභවයේ නියම තරංග ආයාමය

c = ආලෝකයේ වේගය

තරුවල සාපේක්ෂ වේගය

පොළවට සාපේක්ෂව තරුවක වේගය සොයාගැන්මටද වර්ණාවලිය උපයෝගී කරගත හැකිය. උදාහරනයක් ලෙස යම් තරුවකින් ලැබෙන වර්ණාවලියේ කැඩ්මියම් ලෝහයට අදාල වර්ණාවලි රේඛා තුනද පවතින බව දෘශ්‍යමාන වේ යයි සිතමු. එවිට ඒවා පවතින්නේ කැඩ්මියම් සඳහා නිවැරදි තරංග ආයාමයන්ට වඩා යම් නියමිත ප්‍රමාණයක් විස්ථාපනය වෙමිනි. එය ඇංස්ට්‍රෝම් ඒකක 5 ක වැඩිවීමක් ලෙස උපකල්පනය කරමු.



ඉහත සඳහන් $V = c\{(\lambda_o / \lambda_s) - 1\}$ යන සමීකරණය භාවිත කළවිට,

$c = 300000$ තත්$^{-1}$ කිමී.

$\lambda_o = 6443.5$ ඇංස්ට්‍රෝම් ඒකක (කැඩ්මියම් රතු රේඛාව සඳහා පෙනෙන අගය)

$\lambda_s = 6438.5$ ඇංස්ට්‍රෝම් ඒකක (කැඩ්මියම් රතු රේඛාව සඳහා නිවැරදි අගය)

$V = 300000 \times \{(6443.5/6438.5) - 1\}$

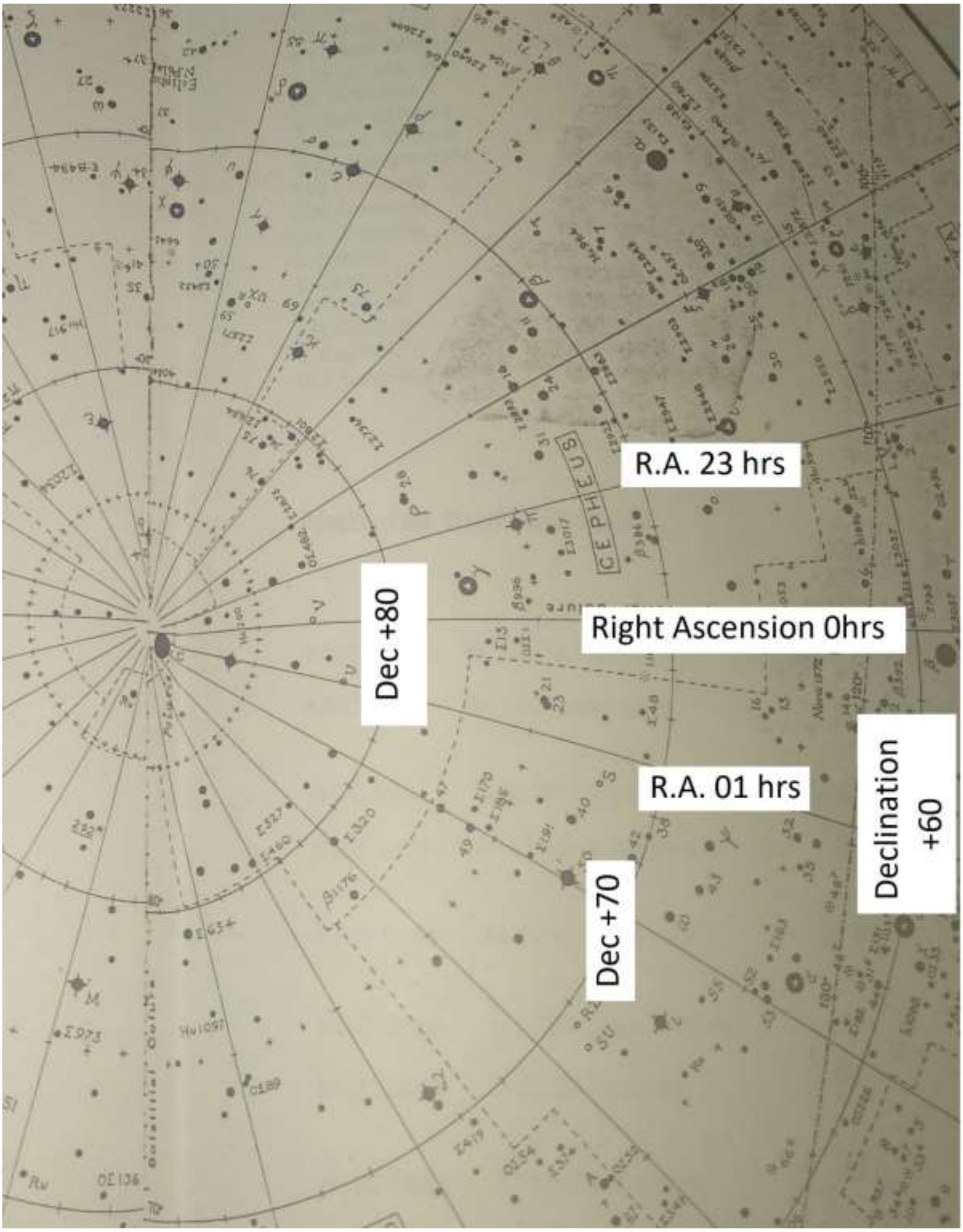
$= \underline{232.9 \text{ km/s}}$

දැනෙන තරංග ආයාමය වැඩි බැවින්, එනම් දැනෙන සංඛ්‍යාතය අඩු බැවින්, එම තරුව අපෙන් ඈතට ගමන් කරන බව නිගමණය කළහැකිය.

තරු සිතියම්

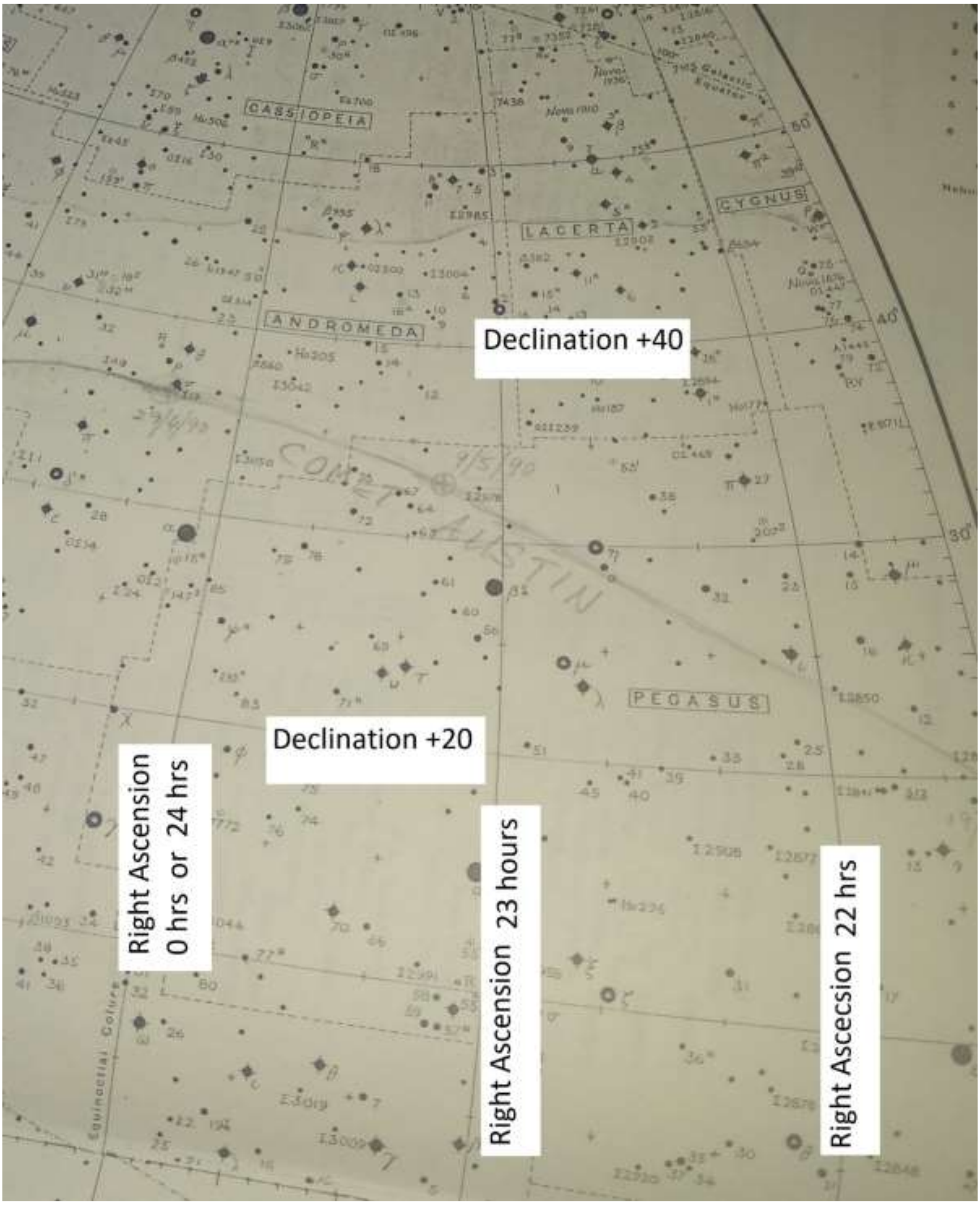
තරු සිතියම් දෙකක රූප සටහන් පහත දක්වා ඇත. මෙහි දැක්වෙන පළමු සිතියම උත්තර ධ්‍රැවය පෙදෙස නිරූපනය කරයි. මේවායේ දැක්වෙන ඛණ්ඩාංක පද්ධතිය සාජු ආරෝහනය සහ ක්‍රාන්තිය වේ. සජු ආරෝහනය මනිනු ලබන්නේ පැය, මිනිත්තු, තත්පර වලිනි. තවද එය පැය 0 සිට 24 දක්වා වෙයි. ක්‍රාන්තිය උතුරට අංශක 0 සිට 90 දක්වාද, දකුණට 0^0 සිට 90^0 දක්වාද වේ. උතුරට මනින අගයන් ධන ලෙසද, දකුණට මනින අගයන් ඍණ ලෙසද සටහන් කරනු ලැබේ.

මෙම සිතියමේ සෘජු ආරෝහනය Right Ascension යනුවෙන් පැහැදිලිව දක්වා ඇත. තවද ඒවා පැය23, පැය0 සහ පැය 01 යන රේඛා අසල ඒ බව දක්වා ඇත. තවද ක්‍රාන්තිය Declination යනුවෙන් +60, +70 සහ +80 යන වක්‍ර රේඛා අසලින් සටහන්කර ඇත.



මෙහි දැක්වෙන ධ්‍රැව තාරකාව Polaris යනුවෙන් සටහන් කර ඇත. එය උත්තරධ්‍රැවයට සම්පාත වී නැති බවත් ඊට ඉතාම ආසන්නව පිහිටා ඇති බවත් පැහැදිලිව පෙනේ. තවදුරටත් පැහැදිලි කිරීම සඳහා තවත් තරු දෙකක බන්ඩාංක මෙසේ දක්වමි. CEPHUS තරු පන්තියේ දෙවැනි දීප්තිමත් තරුව වූ CEPHUS-β

තරුව පැහැදිලිව බලාගත හැකිය. එය එහි β යනුවෙන් දක්වා ඇත. එහි බන්ඩාංක, සෘ.ආ. පැ21,මි32 ක් සහ ක්‍රානිතිය $+71^0$ ක් පමණ බව හොදින් පරීක්ෂා කළවිට පෙනී යයි. එමෙන්ම එම තරු පන්තියේ තුන්වැනි දීප්තිමත් තරුව වූ CEPHEUS-ϒ හි බන්ඩාංක පැ23 මි32, $+77^0$ බව පෙනේ.



මෙහි දැක්වෙන දෙවැනි තරු සිතියම නිරීක්ෂණය කළවිට තවදුරටත් පැහැදිලිව වටහාගත හැකිය. එහි සෘජු ආරෝහනය පැය 22, පැය 23 සහ පැය 24 හෙවත් පැය0 යන රේඛා සහ ක්‍රාන්තිය $+20^0$ සහ $+40^0$ යන රේඛා පැහැදිලිව දක්වා ඇත. මෙම සටහනේ තවත් වක්‍ර රේඛාවක් මා පැන්සලෙන් ඇඳ ඇත. ඒ

1990 දී මා නිරීක්ෂණය කරනලද ඔස්ටින් ධූමකේතුවේ ගමන් මගයි. එය 1990 අප්‍රියෙල් 29 සහ මැයි 9 යන දෙදින තුල නිරීක්ෂණය කළ පිහිටීම්, 29/4/90 සහ 9/5/90 යනුවෙන් සටහන්කර ඇත. මෙම සිතියම් වල තරු පන්ති වෙන්වන සීමාවන් කඩඉරි වලින් පෙන්වා ඇත.

ජූලියන් දර්ශකය Julian day number

තරු වල පිහිටීම් වෙනස් නොවන බව උපකල්පනය කළහැකිය. නමුත් එය සම්පූර්ණයෙන්ම නිවැරදි නොවේ. සෑම තරුවක්ම වෙනත් ඕනෑම තරුවකට සාපේක්ෂව අති විශාල ප්‍රවේගයක් සහිතව චලනය වේ. නමුත් තරු අතර පවතින දුර අතිවිශාල බැවින් ඒවායේ සාපේක්ෂ චලිතය ඉතා සූක්ෂම උපකරණ වලින් පවා මැනගැනීම අපහසුය. එබැවින් සියළුම තරු වල පිහිටීම වෙනස් නොවන බව උපකල්පනය කළ හැකිය. ඒ අනුව අර්ථ දක්වන ලද ඛන්ඩාංක පද්ධතිය අනුව තරුවක පිහිටීම එහි ‘ඍජුආරෝහනය’ (Right Ascension) සහ ‘ක්‍රාන්තිය’ (Declination) ඇසුරෙන් දැක්වියහැකිය. මෙම ඛන්ඩාංක පද්ධතියේ මූල ලක්ෂ්‍යය ‘මේශ බින්දුව’ හෙවත් මේශ රාශියේ ආරම්භක ලක්ෂ්‍යය ලෙස හැඳින්වේ. එය බොහෝවිට ග්‍රීක් හෝඩියේ තුන්වැනි අකුර වන ගැමා (ϒ) ලෙස සඳහන් කරනු ලැබේ. මෙම ගැමා හි පිහිටීමද පසුගිය වසර හයදහසක පමණ කාලයතුල සුළු වශයෙන් වෙනස් වී ඇත. ග්‍රහ වස්තූන්ගේ පිහිටීම සඳහන් කිරීමේදී ඉහතකී ඛණ්ඩාංක භාවිත කෙරේ.

ග්‍රහ වස්තූන්ගේ පිහිටීම ගණනය කිරීමේදී කාලය මැනීම සඳහා යම් ආරම්භක මොහොතක් සම්මත කරගත යුතුය. එම ආරම්භක මොහොත ලෙස ගනු ලබන්නේ ක්‍රිස්තු පූර්ව 4713 වසරේ ජනවාරි 1වැනිදා දහවල් 12 (UTC) යන මොහොතයි. එම මොහොතේ සිට අද මේ මොහොත දක්වා කාලය, අද මේ මොහොතේ ජූලියන් දර්ශකය ලෙස හැඳින්වේ. උදාහරණයක් ලෙස වර්ෂ 1900 ජනවාරි 1 UTC දහවල් 12 සඳහා ජූලියන් දර්ශකය 2415020.000 වේ. මෙහි ඒකකය දින වන අතර අවසාන තත්පරය දක්වා නිවැරදිව ගතයුතුයි.

කෙනෙකුට සිතෙන්නට පුළුවන් ක්‍රි.පූ. 4713 වන කාලයේ, අද පවතින කැලැන්ඩරය නොපැවති අතර UTC යන්නද අර්ථ දක්වා නැහැ නේද කියල. ඔව් ඒක ඇත්ත නමුත් එදා ඒ මොහොතේ සිට අද භාවිත කෙරෙන ආකාරයටම කාලය ගණනය කළහැකියි.

Modified Julian day number

වර්ෂ 1900 ට ඉහත අතීතය අදාල නොවේ නම් ආරම්භක මොහොත 1900 ජනවාරි 1 වැනිදා UTC දහවල් 12 ලෙස ගෙන ගණනය කළහැකිය. එහිදී ඒ මොහොතේ සිට ගණන් ගන්නා කාලය Modified Julian day number නමින් හ්දින්වේ.

ග්‍රහ වස්තූන්ගේ පිහිටීම සහ කෘත්‍රිම චන්ද්‍රිකා වල පිහිටීම ගණනය කිරීම සඳහාද මෙය භාවිත කෙරේ. එවැනි ගණනය කිරීම් සඳහා නිව්ටන්ගේ ගුරුත්වාකර්ෂන නියමයත්, කෙප්ලර්ගේ නියම තුනත් භාවිත කෙරේ.

නිව්ටන්ගේ ගුරුත්වාකර්ෂන නියමය

අයිසැක් නිව්ටන් කොතෙකුත් දේ පහළට වැටෙනු දැක ඇත. බිමට වැටෙන බව දුටු ඇපල් ගෙඩි ඇහුලාගෙන කන්නත් ඇති. නමුත එක් අවස්ථාවකදී එය අහුලාගෙන කෑමට පෙර එය වෙන දිශාවකට නොගොස් පහළටම වැටුනේ ඇයිදැයි කල්පනා කරනවිට, පොළවට ඇදගැනීමේ බලයක් පවතින බවට සැකයක් පහළවිය. එම බලය ගුරුත්වාකර්ෂන බලය ලෙස නම්කළ ඔහු, ඒ ඔස්සේ කල්පනාකරමින් නොයෙක් පර්යේශන කරන ලදී.

ඔහුගේ වැදගත්ම පර්යේශනය වූයේ කි.ග්‍රෑ. 25ක් පමණ බරැති ඊයම් ගෝල දෙකක් ගෙන කරන ලද පර්යේශනයයි. ඉන් එකක් අඩි 25ක් 30ක් උසැති වහලයේ ලනුවකින් එල්ලා තබා අනෙක බිම දිගේ පෙරලාගෙන ගොස් එයට ළං කරනවිට එල්ලා ඇති ගෝලය ඉතා සුළු ප්‍රමාණයකින් ළං වනබව

නිරීක්ෂණය කරන ලදී. පසුව ඔහු එය නියමයක් ලෙස ප්‍රකාශයට පත්කරන ලදී. එය නිව්ටන්ගේ ගුරුත්වාකර්ෂණ නියමය නමින් හැඳින්වේ.

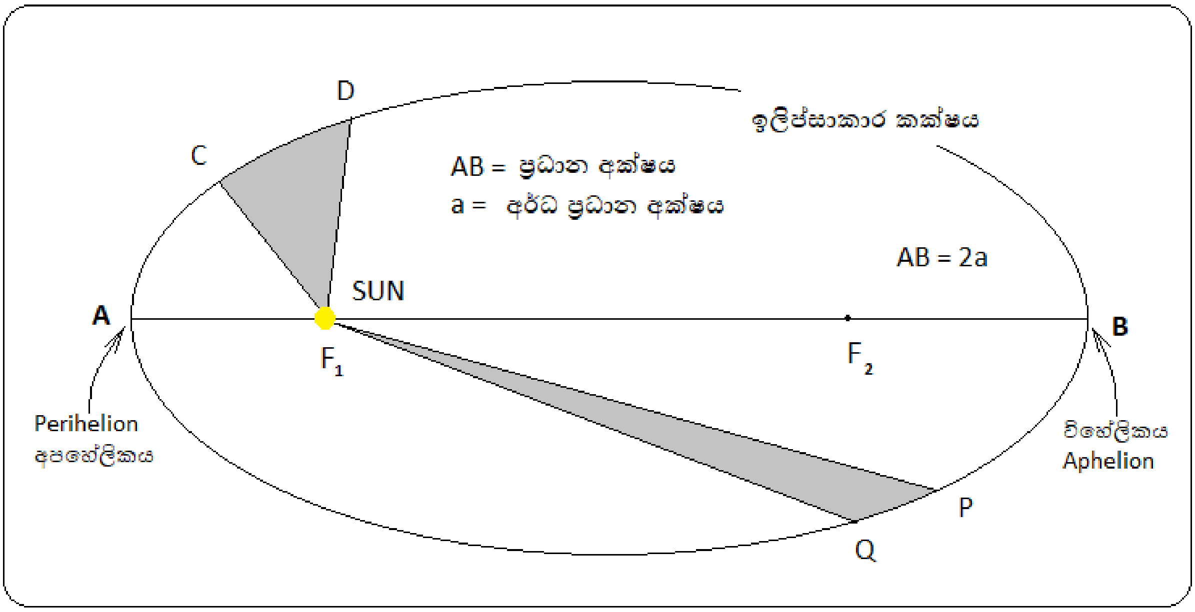
ඒ අනුව යම් වස්තූන් දෙකක් අතර පවතින ගුරුත්වාකර්ෂණ බලය ඒවායේ ස්කන්ධ (m_1, m_2) වලට අනුලෝමව සමානුපාතික බවත් ඒවායේ ගුරුත්ව කේන්ද්‍ර අතර දුරෙහි (d) වර්ගයට (d^2) ප්‍රතිලෝමව සමානුපාතික බවත් මෙම නියමයෙන් ප්‍රකාශ කෙරේ.

එනම් ගුරුත්වාකර්ෂණ බලය, $F = G(m_1 m_2 / d^2)$, මෙහි G යනු ගුරුත්වාකර්ෂණ නියතයයි. එහි අගය $G = 6.6743\times10^{-11}\ m^3kg^{-1}s^{-2}$ බව ඉතා නිරවද්‍ය ලෙස පසු කලෙක සොයාගෙන ඇත.

ග්‍රහ වස්තූන්ගේ චලිතය පිළිබඳ කෙප්ලර්ගේ නියම

ග්‍රහ වස්තූන්ගේ චලිතය පිළිබඳව බොහෝ කාලයක් නිරීක්ෂණය කරමින් අතීත තොරතුරුද එක්රැස් කරනලද තාරකා විද්‍යාඥයෙක් වූ "ජොහැන්ස් කෙප්ලර්" විසින් (1619 දී පමණ) ඒ පිළිබඳ වැදගත් නියම තුනක් ඉදිරිපත් කරනලදී. ඒවා කෙප්ලර්ගේ නියම නමින් හැඳින්වේ.

1. හිරු වටා ගමන් කරන සියළුම ග්‍රහ වස්තූන්, හිරු එක් නාභියක් ලෙස පවතින ඉලිප්සයක ගමන් කරයි.
2. හිරුගේ සිට යම් ග්‍රහයෙකුට ඇති දෛශික අරය සමාන කාල වලදී සමාන වර්ගඵල අනුරේඛනය කරයි.
3. ඕනෑම ග්‍රහයෙකුගේ ආවර්ත කාලයේ වර්ගය එහි කක්ෂයේ අර්ධ ප්‍රධාන අක්ෂයේ ඝනයට සමානුපාතික වේ.



ඉහත රූපයෙන් දැක්වෙන්නේ හිරු වටා ග්‍රහයෙක් ගමන් කරන ඉලිප්සාකාර කක්ෂයකි. එම ඉලිප්සයේ නාභිය ලක්ෂ්‍යයන් දෙක F_1 සහ F_2 යන්නෙන් දැක්වෙන අතර F_1 හිරු පිහිටන ස්ථානයයි. ඉලිප්සයේ ප්‍රධාන අක්ෂය නැතහොත් මහඅක්ෂය AB ලෙස දැක්වේ. ඉන් අඩක් a වලින් දැක්වේ. මෙහි සඳහන් නොකලත් ඊට ලම්බක අක්ෂය සුළුඅක්ෂය ලෙස හැඳින්වේ.

යම් ග්‍රහ වස්තුවක ගමන් මග මෙම ඉලිප්සයෙන් දැක්වෙන අතර එහි එක් නාභියක් වන F_1 හි සූර්යයා පිහිටන බව පළමුවැනි නියමයෙන් කියවේ.

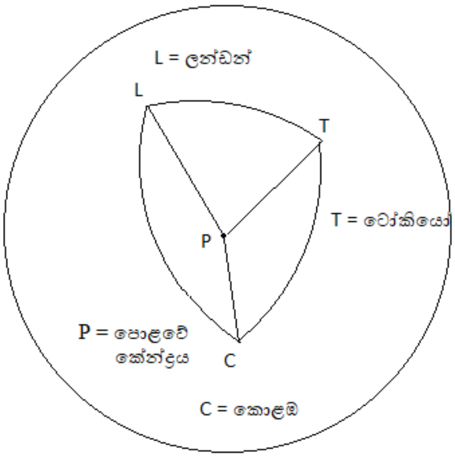
ග්‍රහ වස්තුව C සිට D වෙත යාමට ගතවන කාලයත් P සිට Q වෙත යාමට ගතවන කාලයත් සමාන නම් F_1CD වලින් දැක්වෙන වර්ග ඵලයත්, F_1PQ වලින් දැක්වෙන වර්ග ඵලයත් සමාන බව දෙවැනි නියමයෙන් කියවේ.

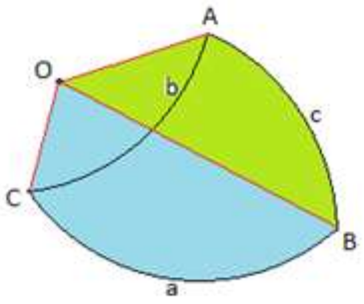
කක්ෂය දිගේ එක් වටයක් යාමට ගතවන කාලය ආවර්තකාලය ලෙස හැඳින්වේ. එය T ලෙස ගතහොත් T^2 සහ a^3 සමානුපාත බව, එනම් T^2/a^3 හි අගය නියතයක් බව තුන්වැනි නියමයෙන් කියවේ. මෙම නියම සහ නිවුටන්ගේ ගුරුත්වාකර්ෂණ නියමය භාවිතයෙන් ග්‍රහවස්තූන්ගේ චලිතය පිළිබඳ සියළුම ගණනය කිරීම් කළහැකිය. ජූලියන් දර්ශකයත් සම්බන්ධ කරගෙන ග්‍රහ වස්තූන්ගේ පිහිටීම පිළිබඳ අනාවැකිද ගණනය කළහැකිය.

ගෝලීය ත්‍රිකෝණමිතිය (Spherical trigonometry)

අපට පෙනෙන අහස අර්ධ ගෝලයක් ලෙස ගතහොත් සම්පූර්ණ ගෝලය, මීට ඉහත විස්තර කර ඇති ඛගෝලයයි. (21 සිට 23 පිටු) මෙවන් ගෝලයක සිදුකරන ගණනය කිරීම් සඳහා භාවිත කෙරෙන ගණිතමය විශයය ගෝලීය ත්‍රිකෝණමිතිය නමින් හැඳින්වේ. සාමාන්‍යය ත්‍රිකෝණමිතිය සහ ජ්‍යාමිතිය පිළිබඳ පැහැදිලි අවබෝධයක් ඇති කෙනෙකුට ගෝලීය ත්‍රිකෝණමිතිය, අවබෝධ කරගැනීම අපහසු නොවේ. නමුත් පැහැදිලි අවබෝධයක් ලඟාකරගැනීමට නම් ඒ පිළිබඳ අභ්‍යාස ටිකක් කළයුතුමය. උදාහරණයක් ලෙස, කොළඹ සිට බලනවිට ඇමෙරිකාවේ කැලිෆෝනියා පෙනෙන්නේ කුමන දිශාවෙන්ද, ඒ නගර අතර දුර කොපමණද යන්න ගණනය කළහැක්කේ ගෝලීය ත්‍රිකෝණමිතිය භාවිතයෙන් පමණි. එම දිශාව කොළඹට උතුරින් බව, සාමාන්‍ය කෙනෙකුට තේරුම් ගැනීමට අපහසු විය හැකිය.

ලෝක ගෝලයේ ආකෘතියක් ගෙන, කොළඹ, ටෝකියෝ සහ ලන්ඩන් නගර තුන එකිනෙකට යා කලහොත් ලැබෙන්නේ ගෝලීය ත්‍රිකෝණයකි. එය සමතල රූපයක් ලෙස දැක්විය නොහැකිය. මෙම රූපයේ වෘත්තයක් ලෙස දැක්වෙන්නේ පෘථිවි ගෝලයයි. එහි ඉහත කී ස්ථාන C, T සහ L ලෙස දක්වා ඇත. ඒවා යා කෙරෙන CT, TL සහ L C යනු සරල රේඛා නොව වක්‍ර රේඛා තුනක් වන අතර මහා වෘත්තද වේ. මහා වෘත්ත යනු ගෝලයේ විශ්කම්භයට සමාන විශ්කම්භයක් සහිත වෘත්තයන්ය. පෘථිවියේ දේශාංශක රේඛා සියල්ල මහා වෘත්ත වන අතර, අක්ශාංශක අතුරෙන් මහා වෘත්තයක් වන්නේ නිරක්ෂ රේඛාව පමණි. CLT යනු ගෝලීය ත්‍රිකෝණයකි. සාමාන්‍යයෙන් CT දුර හඳුන්වනු ලබන්නේ CPT කෝණය මගින් අංශක වලිනි. අවශ්‍ය නම් දිග මනින ඒකකයකට පරිවර්තනය කරගත හැකිය. TPL සහ LPC ද, එසේමය. තවත් කෝණ තුනක් දැක්විය හැකිය. ඒවා නම් TCL, CLT සහ LTC යන කෝණ තුනය. සමතල ත්‍රිකෝණයක කෝණ තුනේ එකතුව 180^0 ක් වුවද ගෝලීය ත්‍රිකෝණ වල එසේ නොවේ.





පළමු සූත්‍රය

මෙහි දකුණුපස රූපයේ දැක්වෙන්නේ ABC ගෝලීය ත්‍රිකෝණයයි. එම ගෝලයේ කේන්ද්‍රය O ලෙස දක්වා ඇත. මෙහි AB = c ලෙස හැඳින්වේ. තවද, එය AOB කෝණයට සමානය. එලෙසම BC = a = BOC කෝණය, CA = b = AOC කෝණය, මෙවිට පළමු සූත්‍රය පහත සඳහන් අයුරු දැක්විය හැකිය.

$$\text{Cos } a = \text{Cos } b \ \text{Cos } c + \text{Sin } b \ \text{Sin } c \ \text{Cos } A \quad \text{.....................................(1)}$$

මෙහි A වෙනුවට B, B වෙනුවට C සහ C වෙනුවට A ගැණීමෙන් සහ
නැවතත් a වෙනුවට b, b වෙනුවට c සහ c වෙනුවට a ගැණීමෙන්
මෙසේ දැක්වි හැකිය.

$$\text{Cos } b = \text{Cos } c \ \text{Cos } a + \text{Sin } c \ \text{Sin } a \ \text{Cos } B \quad \text{සහ}$$

$$\text{Cos } c = \text{Cos } a \ \text{Cos } b + \text{Sin } a \ \text{Sin } b \ \text{Cos } C$$

මෙම සූත්‍ර තුනම එකම සූත්‍රයේ තුන් ආකාරයක් පමණි.

දෙවැනි සූත්‍රය

$$\text{Cos } a \ \text{Cos } C = \text{Sin } a \ \text{Cot } b - \text{Sin } C \ \text{Cot } B \quad \text{.....................................(2)}$$

මෙයද ඉහත කී අයුරු තුන් ආකාරයකින් දැක්විය හැකිය.

තෙවැනි සූත්‍රය හෙවත් සයින් සූත්‍රය

$$(\text{Sin } A / \text{Sin } a) = (\text{Sin } B / \text{Sin } b) = (\text{Sin } C / \text{Sin } c) \quad \text{.....................(3)}$$

මෙය ඉහතදී මෙන් තුන් ආකාරයකින් දැක්විය නොහැකි බව පැහැදිලිව පෙනී යයි.

සිව්වැනි සූත්‍රය

$$\text{Cos } c \ \text{Cos } A = \text{Sin } c \ \text{Cot } b - \text{Sin } A \ \text{Cot } B \quad \text{......................................(4)}$$

මෙයද ඉහත කී අයුරු තුන් ආකාරයකින් දැක්විය හැකිය.

පස්වැනි සූත්‍රය

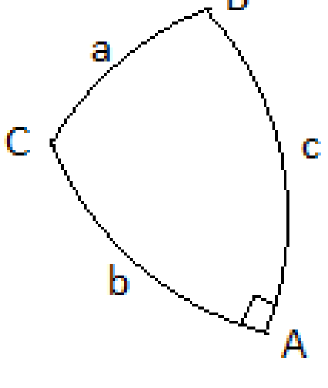
$$\text{Tan } [(a+b)/2] = \text{Cos}[(A-B)/2] \ \text{Tan } (c/2) / \text{Cos } [(A+B)/2] \quad \text{.................................(5)}$$

හයවැනි සූත්‍රය

$$\text{Tan}[(a-b)/2] = \text{Sin}[(a-b)/2] \ \text{Tan}(c/2) / \text{Sin}(A+B)/2 \quad \text{.......................................(6)}$$

සෘජු කෝණී ගෝලීය ත්‍රිකෝණ

සෘජු කෝණී ගෝලීය ත්‍රිකෝණයක් යනු පාද දෙකක් සෘජු කෝණී ලෙස පිහිටන ගෝලීය ත්‍රිකෝණයකි.
දකුණුපස රූපයේ දැක්වෙන ABC ගෝලීය ත්‍රිකෝණයේ A
සෘජු කෝණයකි. එවිට පහත දැක්වෙන සූත්‍ර 4 දැක්විය හැකිය.



$$\text{Cos } a = \text{Cos } b \ \text{Cos } c \quad \text{......................(7)}$$

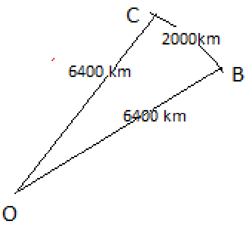
$$\text{Sin } B = \text{Sin } b / \text{Sin } a \quad \text{.......................(8)}$$

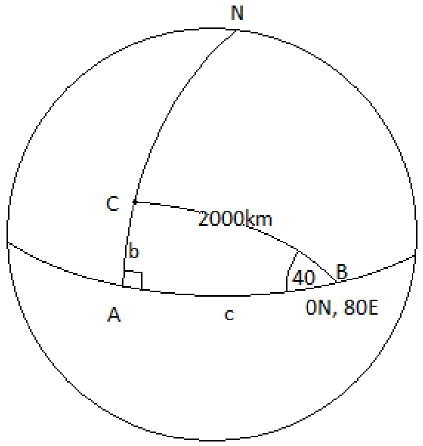
$$\text{Cos } B = \text{Tan } c / \text{Tan } a \quad \text{.....................(9)}$$

$$\text{Tan } B = \text{Tan } b / \text{Sin } c \quad \text{.....................(10)}$$

පැහැදිලි අවබෝධයක් ලබාගැනීම සඳහා උදාහරණ කීපයක් සලකා බලමු.

උදාහරණ-1 :- පැ$^{-1}$කි.මී. 500 වේගයකින් පියාසර කරන ගුවන් යානයක් නැ. දේ.80, අක්ශාංෂක 0 ස්ථානයෙන් පිටත් වන්නේ බටහිරින් 40^0 ක් උතුරට වූ දිශාවක් ඔස්සේය. පැය 4 කට පසු එහි පිහිටීම සොයන්න. (පොළවේ අරය කිමී. 6400 ක් ලෙස ගන්න)





ගුවන්යානයේ ආරම්භක ස්ථානය B වලින් නිරූපනය කරයි. එය නිරක්ෂය මත පිහිටන බැවින් BA වලින් දැක්වෙන්නේ නිරක්ෂ රේඛාවයි. උත්තර ධ්‍රැවය N වලින් දැක්වෙන අතර NCA යනු ගමණාන්තය වන C හරහා ඇදි දේශාංෂකයයි. ABC සෘජු කෝණී ගෝලීය ත්‍රිකෝණයේ A සෘජු කෝණයකි. සම්මත අංකන ක්‍රමය අනුව AB = c, BC = 2000km, AC = b

BC = 2000km වුවත් එය අංශක වලට හරවාගත යුතුය. පොළවේ කේන්ද්‍රය O ලෙස ගත්විට,

BOC කෝණය = රේඩියන් 2000/6400 = අංශක 17.905 (රේ. 1 = අංශක 57.295)

එනම් $a = 17.905^0$, ඉහත (8) සූත්‍රය අනුව

$\text{Sin } B = \text{Sin } b / \text{Sin } a$

$\text{Sin } 40 = \text{Sin } b / \text{Sin } 17.905$ $\text{Sin } b = \text{Sin } 40 \times \text{Sin } 17.905 = 0.1976$

එනම් $b = \underline{11.397^0}$ මෙය ගමනාන්තයේ අක්ශාංෂකයයි.

දැන් c සොයාගැනීම සඳහා ඉහත (7) වැනි සූත්‍රය භාවිත කළහැකිය.

$\text{Cos } a = \text{Cos } b \text{ Cos } c$

$\text{Cos } 17.905 = \text{Cos } 11.397 \times \text{Cos } c$

එනම් $\text{Cos } c = \text{Cos } 17.905 / \text{Cos } 11.397$

$= 0.9707$

එනම් $c = 13.902^0$

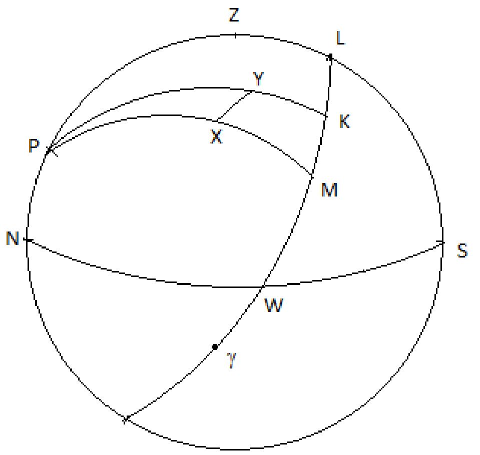
එබැවින් A හෝ C හි දේශාංෂකය = 80 -13.902 = $\underline{\underline{66.098^0}}$

එබැවින් ගමනාන්තය වනුයේ $\underline{\underline{11.397^0 \text{ N}, 66.098^0 \text{ E}}}$ යන ස්ථානයයි

උදාහරණ-2

නක්ෂත්‍ර කාලය පැ8 මි25 ක් වූ අවස්ථාවක අපට පෙනෙන තරු දෙකක පිහිටීම්, සෘ.ආ. පැ5 මි20 , ක්‍රාන්තිය $+40^0\ 50'$ සහ සෘ.ආ. පැ6 මි10 ක්‍රාන්තිය $+30^0\ 25'$ වෙයි. අපට පෙනෙන අයුරු මෙම තරු දෙක අතර කෝණය කුමක් වේද?

ගැටළුවක් විසඳීමේදී පළමුව පැහැදිලි රූපසටහනක් ඇඳගැනීම ඉතා වැදගත්ය. පහත සඳහන් වන්නේ ඊට අදාල ඛගෝල රූපසටහනයි.



ඛගෝල සටහන

සම්මත ආකාරයට අඳින ලද ඛගෝල රූප සටහනක දක්වන සම්මත අංකනයට අනුව මෙහි දක්වා ඇත්තේ, හිස්මුදුන Z වශයෙනි. උත්තර ධ්‍රැවය, එනම් ධ්‍රැව තාරකාව පෙනෙන ස්ථානය P වේ. උතුර N සහ දකුණු දිශාව S වේ. මේශ බින්දුව හෙවත් සෘජු ආරෝහනය මැනීමේ ආරම්භක ලක්ෂ්‍යය γ වේ.

දෙන ලද තරු දෙක X සහ Y ලෙස ගනිමු. PX සහ PY මහා වෘත්ත ඛගෝල සමකය ඡේදනය වන ස්ථාන M සහ K ලෙස ගනිමු. තවද ඒවා සෘජු කෝණී ලෙස ඡේදනය වේ.

X හි සෘජු ආරෝහනය (γM) පැ5 මි20 අංශක වලට හරවන්න. (පැ24 = අංශක 360)

එවිට $\gamma M = 79.95^0$,

X හි ක්‍රාන්තිය = $+40^0\ 50' = 40.83^0$

එනම් XM = 40.83^0

එලෙසම Y හි සෘ.ආ. = γK = පැ6 මි10 = 92.4^0

එබැවින් $MK = \gamma K - \gamma M = 92.4 - 79.95 = 12.45^0$

එනම් XPY කෝණය = 12.45^0

Y හි ක්‍රාන්තිය = $30^0\ 25' = 30.41^0$ එනම් $YK = 30.41^0$

XPY ගෝලීය ත්‍රිකෝණය සඳහා, පළමුවන සූත්‍රය වූ $\cos a = \cos b\ \cos c + \sin b\ \sin c\ \cos A$ යන්න භාවිත කළවිට

$$\cos XY = \cos PY \cdot \cos PX + \sin PY \cdot \sin PX \cdot \cos XPY$$ යන්න ලැබේ.

මෙහි $PY = 90^0 - YK = 59.59^0$, $PX = 90 - XM = 49.17^0$ XPY කෝණය = 12.45^0

මේවා ඉහත සමීකරණයට ආදේශ කළවිට

$$\cos XY = \cos 59.59\ \cos 49.17 + \sin 59.59\ \sin 49.17\ \cos 12.45$$ යන්න ලැබේ.

එනම් $\cos XY = \cos 59.59\ \cos 49.17 + \sin 59.59\ \sin 49.17\ \cos 12.45$

$$= 0.5062 \times 0.6538 + 0.8624 \times 0.7566 \times 0.9765$$

$$= 0.9681$$

මේ අනුව XY = $\underline{14.52^0}$ යයි ලැබේ. මෙය තරු දෙක අතර කෝණයයි

පෘථිවි අක්ෂයේ ආනතිය

පෘථිවියේ භ්‍රමන අක්ෂය, හිරු වටා ගමන් කරන කක්ෂයට ඇති අභිලම්බය සමග අංශක 23 ½ කින් ආනතව පවතින බව අප කවුරුත් දන්නා සත්‍යයකි. මේබැව් සොයාගෙන ඇත්තේ මීට අවුරුදු දහස් ගණනකට පෙරදීය. අවුරුදුපතා මහා බ්‍රිතාන්‍යයේ ප්‍රකාශයට පත්කරනුලබන Raphael's Ephemeris ග්‍රන්ථයේ සඳහන් පරිදි වසර 2000 දී තිබූ අගය $23^0\ 26'\ 21''$ වේ. නමුත් මෙයට තව සංශෝධනයක් එක්කළ යුතුය. මෙම ආනතිය සිදුවූයේ කවදා හෝ පෘථිවිය හිරු වටා කක්ෂගත වීම ආරම්භ වූ මොහොත්දීය. මෙය සිදුවී ඇත්තේ වසර ට්‍රිලියන ගණනකට, එනම් කල්ප අසංඛෙයිය ගණනකට පෙර බැවින් ඒ ගැන කිසිවක් ප්‍රකාශ කළහැකි සමතෙක් මේ මිහිපිට නැත.

මෙය පැහැදිලි කිරීම සඳහා එක් උදාහරනයක් ඉදිරිපත් කිරීම සුදුසු යයි මම සිතමි. අප කුඩා කල සෙල්ලම් කිරීමට ගන්නා බඹරයක් වේගයෙන් කරකවා අතහැරිය විට එහි හමන අක්ෂය බොහෝ දුරට නොවෙනස්ව පවතී. ඊට හේතුව, භ්‍රමනය හේතුකොටගෙන පවත්නා අවස්ථිතියයි. සමහර අවස්ථාවන්හිදී එම අක්ෂය සුළු වශයෙන් ක්‍රමානුකූලව වෙනස්වන බව දක්නට ලැබේ. අක්ෂයේ සිදුවන මෙම දෝලනය nutation යනුවෙන් හඳුන්වනු ලැබේ.

පෘථිවි අක්ෂයේද මෙවැනි දෝලනයක් පවතී නමුත් ඉතාමත සුළු ප්‍රමාණයක් බැවින් නොසලකා හැරිය හැකිය. දැනට සොයගෙන ඇති කරුණු අනුව මෙහි අගය 21^0 59’ සිට 24^0 36’ යන පරතරය තුල වසර 25800 කට වරක් බැගින් වෙනස් වේ. තවද එය වසර සියයකට විකලා 47 කින් පමණ වෙනස්වන බව දැනට සොයාගෙන ඇත.

<u>පාරිභාෂික වචන</u> <u>ඉංග්‍රීසි - සිංහල</u>

Altitude	උන්නතාංශය
Aphelion	විහේලිකය (හිරුට දුරින්ම පිහිටන අවස්ථාව)
Asteroid belt	ග්‍රහක වලල්ල
Asteroid	ග්‍රහක
Astronomy	නක්ෂත්‍රය
Astrology	ජ්‍යොතිෂය
Astronomical Telescope	නක්ෂත්‍ර දූරේක්ෂය
Astronomical Unit – AU	නක්ෂත්‍ර ඒකකය
Azimuth	උද්දිගංශය
Binocular	දෙනෙතිය
black hole	කළුකුහර
Celestial Sphere	ඛගෝලය
Celestial coordinates	ඛගෝල ඛණ්ඩාංක
Comet	ධූම කේතු හෙවත් වල්ගාතරු
Constellation	තරු පන්ති
Convex	උත්තල
Concave	අවතල
Compound microscope	සංයුක්ත අන්වීක්ෂය
Coordinate	ඛන්ඩාංක
Dark side	නොපෙනෙන පැත්ත
Declination	ක්‍රාන්තිය
Double Stars	ද්විත්ව තරු
Eccentricity	විකේන්ද්‍රිකතාව
Ecliptic	ක්‍රාන්තිවලය
Ecliptic Coordinates	ක්‍රාන්ති ඛණ්ඩාංක
Ecliptic Latitude	ක්‍රාන්ති අක්ෂාංශක
Ecliptic Longitude	ක්‍රාන්ති දේශාංශක
Ellipse	ඉලිප්සය
Electronic microscope	ඉලෙක්ට්‍රොනික අන්වීක්ෂය
Elevation or Altitude	උන්නතාංශය
Eye piece	උපනෙත
First Point of Aries	මේශ බින්දුව
Focal Length	නාභිදුර

Galaxy	චක්‍රාවාට, මන්දාකිනි,
Galactic Coordinates	මන්දාකිනි ඛන්ඩාංක
Greenwich mean time (GMT)	ග්‍රිනිච් මාධ්‍යය වේලාව
Hyperbola	බහුවලය
Inertia	අවස්ථිතිය
International Astronomical Union - IAU	ජාත්‍යන්තර තාරකාවිද්‍යා සංගමය
International Date Line	ජාත්‍යන්තර දින රේඛාව
International Space Station - ISS	ජාත්‍යන්තර අභ්‍යවකාශ මධ්‍යස්ථානය
Julian day number	ජුලියන් දර්ශකය
Leap year	අධික අවුරුද්ද
Light Year	ආලෝක වර්ෂ
Local Standard Time	ප්‍රාදේශීය සම්මත වේලාව
Lunar Eclipse	චන්ද්‍රග්‍රහන
Magnification	විශාලනය
Magnifying glass	විශාලක කාචය
Mean Solar Day	මධ්‍යන්‍ය සූර්යා දිනය
Mean solar time (MST)	මධ්‍යන්‍ය සූර්යය වේලාව, මාධ්‍ය සූර්ය වේලාව
Meridian	ආධ්‍රැවකය
Meteoroid	උල්කාපාත
Milky Way	ක්ෂීරපථය
Moons	චන්ද්‍රයින්
Nebula	නිහාරිකාව
Nutation	පෘථිවි අක්ෂයේ දෝලනය
Object lens	අවනෙත
Obliquity	පෘථිවි අක්ෂයේ ආනතිය
Parabola	පරාවලය
Parsec	පාසෙක්
Perihelion	අපහේලිකය (හිරුට සමීපතම අවස්ථාව)
Planets	ග්‍රහ වස්තූන්
Polaris, Pole star	ධ්‍රැවතාරකාව
Prime Vertical	ප්‍රථමක සිරස
Projector	ප්‍රක්ෂේපකය
Reflector telescope	පරාවර්තක දූරේක්ෂය
Right Ascension	සෘජු ආරෝහනය
Satellite	කෘත්‍රිම චන්ද්‍රිකා
Sidereal Time	නක්ෂත්‍ර කාලය
Sidereal day	නක්ෂත්‍ර දිනය
Spherical Trigonometry	ගෝලීය ත්‍රිකෝණමිතිය
Spectrometer	වර්ණාවලිමානය
Solar system	සූර්යා ග්‍රහ මණ්ඩලය
Solar Eclipse	සූර්යා ග්‍රහන

Telescope	දූරේක්ෂය
Tropical year	සූර්යාා වර්ෂය
Universe	විශ්වය
Universal coordinated time (UTC)	ජාත්‍යන්තර වේලාව
Visual magnitude	දෘශ්ටි විශාලනය
Zodiac	රාශි චක්‍රය
Zenith	හිස්මුදුන

පාරිභාෂික වචන සිංහල- ඉංග්‍රීසි

අවනෙත	Object lens
අවතල	Concave
අවස්තිථිය	Inertia
අධික අවුරුද්ද	Leap year
අපහේලිකය (හිරුට සමීපතම අවස්ථාව)	Perihelion
ආලෝක වර්ෂ	Light Year
ආධ්‍රැවකය	Meridian
ඉලිප්සය	Ellipse
ඉලෙක්ට්‍රොනික අන්වීක්ෂය	Electronic microscope
උන්නතාංශය	Elevation or Altitude
උපනෙත	Eye piece
උත්තල	Convex
උල්කාපාත	Meteoroid
උද්දිගංශය	Azimuth
උන්නතාංශය	Altitude
ක්ෂීරපථය	Milky Way
කළුකුහර	black hole
කෘත්‍රිම චන්ද්‍රිකා	Satellite
ක්‍රාන්තිය	Declination
ක්‍රාන්තිවලය	Ecliptic
ක්‍රාන්ති ඛණ්ඩාංක	Ecliptic Coordinates
ක්‍රාන්ති අක්ෂාංශක	Ecliptic Latitude
ක්‍රාන්ති දේශාංශක	Ecliptic Longitude
ඛන්ඩාංක	Coordinate
ඛගෝලය	Celestial Sphere
ඛගෝල ඛණ්ඩාංක	Celestial coordinates
ග්‍රහ වස්තූන්	Planets
ග්‍රහක	Asteroid
ග්‍රහක වලල්ල	Asteroid belt
ග්‍රිනිච් මාධ්‍යය වේලාව	Greenwich mean time (GMT)
ගෝලීය ත්‍රිකෝණමිතිය	Spherical Trigonometry

චක්‍රාවාට	Galaxy
චන්ද්‍රයින්	Moons
චන්ද්‍රග්‍රහන	Lunar Eclipse
ජාත්‍යන්තර වේලාව	Universal coordinated time (UTC)
ජාත්‍යන්තර තාරකාවිද්‍යා සංගමය	International Astronomical Union - IAU
ජාත්‍යන්තර දින රේඛාව	International Date Line
ජාත්‍යන්තර අභ්‍යවකාශ මධ්‍යස්ථානය	ISS – International Space Station
ජ්‍යෝතිෂය	Astrology
ජුලියන් දර්ශකය	Julian day number
තරු පන්ති	Constellation
ද්විත්ව තරු	Double Stars
දෘශ්ටි විශාලනය	Visual magnitude
දෙනෙතිය	Binocular
දූරේක්ෂය	Telescope
ධ්‍රැවතාරකාව	Polaris, Pole star
ධූම කේතු හෙවත් වල්ගාතරු	Comet
නක්ෂත්‍රය	Astronomy
නක්ෂත්‍ර ඒකකය	Astronomical Unit – AU
නක්ෂත්‍ර කාලය	Sidereal Time
නක්ෂත්‍ර දිනය	Sidereal day
නක්ෂත්‍ර දූරේක්ෂය	Astronomical Telescope
නාභිදූර	Focal Length
නිහාරිකාව	Nebula
පරාවලය	Parabola
පරාවර්තක දූරේක්ෂය	Reflector telescope
පාසෙක්	Parsec
ප්‍රථමක සිරස	Prime Vertical
ප්‍රක්ෂේපකය	Projector
ප්‍රාදේශීය සම්මත වේලාව	Local Standard Time
පෘථිවි අක්ෂයේ දෝලනය	Nutation
පෘථිවි අක්ෂයේ ආනතිය	Obliquity
බහුවලය	Hyperbola
මහා පිපිරුම් වාදය	Big bang theory
මන්දාකිනි	Galaxy
මන්දාකිනි ඛන්ඩාංක	Galactic Coordinates
මධ්‍යන්‍ය සූර්යා දිනය	Mean Solar Day
මධ්‍යන්‍ය සූයීය වේලාව, මාධ්‍ය සූර්ය වේලාව	Mean solar time (MST
මේශ බින්දුව	First Point of Aries
රාශි චක්‍රය	Zodiac
විශාලනය	Magnification
විශාලක කාවය	Magnifying glass

විකේන්ද්‍රිකතාව Eccentricity
විහේලිකය (හිරුට දුරින්ම පිහිටන අවස්ථාව) Aphelion
වර්ණාවලිමානය Spectrometer
විශ්වය Universe
සංයුක්ත අන්වීක්ෂය Compound microscope
සූර්යයා ග්‍රහ මණ්ඩලය Solar system
ඍජු ආරෝහනය Right Ascension
සූර්යයා ග්‍රහන Solar Eclipse
සූර්යයා වර්ෂය Tropical year
හිස්මුදුන Zenith

ආශ්‍රිත ග්‍රන්ථ- Practical Astronomy with your calculator by Peter Buffett Smith
Practical Astronomy with your personal computer by Peter Buffett Smith
Orion Telescopes and Binoculars website (star maps)

අවසන් වරට යාවත්කාලීන කරන ලද්දේ 2024 පෙබරවාරි 1 වැනිදායි.