Please furnish the following information before the commencement of the examination		
Full Name of the Candidate:		
Examination Centre: Colombo/Batticaloa/Jaffna/Kelaniya/Peradeniya/Ruhuna (underline)		
Index Number:	Telephone No.:	Email:
Date of Birth:	Age as of 2013.01.01: …….Years …….Months ……..Days	
School & Grade:	Signature of the Candidate:	

ශ්‍රී ලංකා භෞතික විද්‍යා ආයතනය
INSTITUTE OF PHYSICS, SRI LANKA

තාරකා විද්‍යාව හා තාරකා භෞතික විද්‍යාව පිළිබඳ හයවන ශ්‍රී ලංකා ඔලිම්පියාඩ් තරඟාවලිය-2012
THE 6TH SRI LANKAN OLYMPIAD ON ASTRONOMY AND ASTROPHYSICS - 2012

(කාලය පැය 1 විනාඩි 30)(Duration: 1 hour and 30 minutes)

මෙම ප්‍රශ්න පත්‍රය A හා B කොටස් දෙකකින් යුතු ප්‍රශ්න 25 කින් සමන්විතය
This paper consists of 25 questions in two parts (A & B).

ගණනය කිරීම් සඳහා සහ B කොටසට පිළිතුරු සැපයීම සඳහා අමුණා ඇති හිස් කඩදාසි භාවිතා කරන්න.
Use the attached blank sheets for your calculations and also to answer the questions in Part-B.
සියළුම ප්‍රශ්න වලට මෙම ප්‍රශ්න පත්‍රයේම පිළිතුරු සපයා සියළු කඩදාසි විභාගය අවසානයේදී විභාග ශාලාධිපති තුමා වෙත භාර දෙන්න
Answer all the questions in this paper and submit all sheets to the supervisor at the end of the examination.

ගණක යන්ත්‍ර භාවිත කල හැක/Electronic calculators are allowed.

(ප්‍රයෝජනවත් දත්ත / Useful information: ආලෝකයේ වේගය / Speed of light $c = 3 \times 10^8$ m s^{-1},
සර්වත්‍ර ගුරුත්වාකර්ශන නියතය / Universal gravitational constant $G = 6.67 \times 10^{-11}$ m^3 kg^{-1} s^{-2},
Solar Mas/සූර්යයාගේ ස්කන්ධය $M_{\odot} = 1.99 \times 10^{30}$ kg , හබල් නියතය/Hubble constant $H = 75$ km s^{-1} Mpc^{-1} , ඉලෙක්ට්‍රෝනයක ස්කන්ධය/Mass of electron $m_e = 9.11 \times 10^{-31}$ kg)

සිංහල පරිවර්තනයෙහි ගැටළු මතුවුවහොත් ඉංග්‍රීසි බසින් ඇති ප්‍රශ්නය බලා පිළිතුරු සපයන්න.

A කොටස | Part A

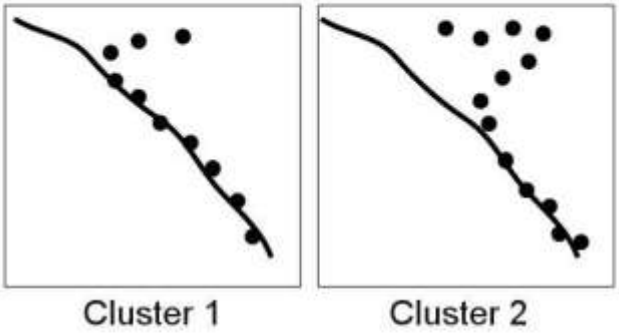
A කොටසට අදාල හොඳම පිළිතුර තෝරා රවුමක් ඇඳීම හෝ යටින් ඉරක් ඇඳීම සිදුකරන්න
(Answers to Part A should be made by circling or underlining the correct answer on the question paper)

1. සූර්ය සුළඟේ වැඩිම ප්‍රතිශතයක් සහිත අංශු වර්ගය කුමක්ද?
What is the most common particle in the solar wind?
a) H^+ b) electrons c) alpha particles d) neutrons e) leptons

2. සෙන්ටෝරි A තරුවේ සූර්ය කේන්ද්‍රීය අසම්පාතය විකලා 0.76 ක් වේ. මෙම තරුවට ඇති දුර ආලෝක වර්ෂ වලින් වනුයේ,
The heliocentric parallax of Centauri A is 0.76 arc seconds. What is the distance of this star in light years?
a) 2.82 b) 3.56 c) 4.29 d) 5.74 e) 7.31

3. Type I හා Type II සුපර්නෝවා පිපුරුම් වෙන්කර හඳුනා ගැනීමේදී පහත මූලද්‍රව්‍යයන්ගේ අවශෝෂක රේඛා ඇති හෝ නැති බව සැලකිල්ලට ගනී.
When differentiating between Type I and II supernovas, the presence or absence of the following element in the spectrum is considered:
a) H b) He c) C d) Ne e) Fe

4. පහත රූප සටහනෙන් දැක්වෙන්නේ තරු පොකුරු දෙකක HR සටහන් දෙකකි. ඒවා අධ්‍යනය කිරීමෙන් එළඹිය හැකි නිගමනය මින් කුමක්ද?
Following figure shows two H-R diagrams of two star clusters. Which conclusion is possible by observing the figure?



a) number of stars in cluster 2 > number of stars in cluster 1
b) age of cluster 2 > age of cluster 1
c) distance to cluster 2 > distance to cluster 1
d) luminosity of cluster 2 > luminosity of cluster 1
e) none of the above.

5. තාරකා දෙකකට ඇති දුර සමානනම් ඒවායේ,
If two stars have same distance from the earth, then their
a) දෘශ්‍ය දීප්ත විශාලනය සමානවේ.(Apparent magnitudes are equal).
b) නිරපේක්ෂ දීප්ත විශාලනය සමානවේ.(Absolute magnitudes are equal).
c) දෘශ්‍ය දීප්ත විශාලන අතර වෙනස නිරපේක්ෂ දීප්ත විශාලන අතර වෙනසට සමානවේ. (Difference of apparent magnitudes are equal to the difference of absolute magnitude).
d) දෘශ්‍ය කෝනික විශ්කම්භය සමානවේ. (Apparent angular diameters are equal).
e) ඉහත කිසිවක් නොවේ. (None of the above)

6. අන්තර්තාරීය මාධ්‍යක් නොමැති නම් තරුවක දෘශ්‍ය දීප්ත විශාලත්වය m* වේ. එහි නිරීක්ශිත දීප්ත විශාලනය m නම්, (m – m*) යන්නෙන් හැඳින්වෙන්නේ,
In the absence of any interstellar medium let m* be the apparent magnitude of a star. Let m be the measured apparent magnitude of the same star. Then the value m-m* is called,
a) නිරපේක්ශ ශෝධනය (absolute correction)
b) අන්තර්තාරීය ශෝධනය (interstellar correction)
c) බොලොමිතික ශෝධනය (bolometric correction)
d) අවශෝෂණ ශෝධනය (absorption correction)
e) දීප්ත විශාලන ශෝධනය (Magnitude correction)

7. සෙනසුරු වලලු පද්ධතිය ඉහල සිට පහලට කෙතරම් ඝණකමකින් යුක්ත වේද?
How thick are Saturn's rings from top to bottom?

a) A few tens of thousands of kilometers   b) A few kilometers
c) A few tens of meters   d) A few million kilometers
e) A few hundred kilometers

8. පරාවර්තක දුරේක්ෂයක අවනෙතෙහි විෂ්කම්භය 60 cm වේ. එකිනෙකට 40 cm දුරින් ඇති රත් පැහැ (λ = 6.8x10^{-4} cm) කුඩා වස්තු දෙකක් දුරේක්ෂය තුලින් එකිනෙකින් යන්තම් විභේදනය කොට දැකිය හැක්කේ කුමන දුරකදීද?
The objective of a reflecting telescope has a diameter 60 cm. At what distance would two small red (λ = 6.8 x10^{-4} cm) objects 40 cm apart be barely resolved by the telescope?
a) 28.95 km   b) 10.62 km   c) 60.00 km   d) 1.22 km   e) 2.85 km

9. වාමන ග්‍රහහලොවක කක්ෂීය ආවර්ත කාලය අවුරුදු 560ක් බව සොයාගන්නා ලදී. එය හිරු වටා යන පාරාවලීය කක්ෂයේ අර්ධ මහා අක්ෂයේ දිග වන්නේ,
The orbital period of a dwarf planet is found to be 560 years. The length of the semi-major axis of its elliptical orbit around the sun is,
a) 3.8   b) 22.8   c) 67.9   d) 131.2   e) 6.79

10. නියුට්‍රිනෝ වල ස්කන්ධය $m_\nu = 10^{-5} m_e$ නම්, විශ්වයේ අඳුරු පදාර්ථ ප්‍රමානය සැපිරීම සඳහා අවශ්‍ය වන නියුට්‍රිනෝ ප්‍රමාන ඝණත්වය (n_ν) වනුයේ, (විශ්වය පැතලි බවත්, එහි 25% අඳුරු පදාර්ථ ඇති බවත් උපකල්පනය කරන්න. උපකාරය: විශ්වයේ සම්භාව්‍ය මුළු ශක්තිය ශුන්‍යයට සමාන වේ.)
Assume the mass of neutrinos is $m_\nu = 10^{-5} m_e$. The number density of neutrinos (n_ν) needed to compensate the dark matter of the universe would be.
(Assume the universe is flat and 25 % of its mass is dark matter. Hint: Take the classical total energy equal to zero).
a) 1.1 x 10^{-26} m^{-3} b) 3 x 10^{8} m^{-3} c) 2.4 x 10^{-18} m^{-3} d) 1.5 x 10^{41} m^{-3} e) 6.2 x 10^{23} m^{-3}

11. මතුපිට උෂ්ණත්වය 25000 K වන තරුවක් උපරිම විකිරණ තීව්‍රතාවය පිටකරනු ලබන්නේ කුමන තරංග ආයාමයේදීද? (තරුව කෘෂ්ණ වස්තුවක් සේ සලකා වීන්ගේ නියමය භාවිත කරන්න, වීන් නියතය = 2.898 x 10^{-3} m K.)
At what wavelength does a star with the surface temperature of 25000 K radiates the highest intensity radiation. (Consider the star as a blackbody and use the Wien's law, Wien constant = 2.898 x 10^{-3} m K.)
a) 0.12 μm   b) 0.22 μm   c) 0.29 μm   d) 0.33 μm   e) 0.43 μm

12. සූර්යයාගේ දෘශ්‍ය විශාලත්වය m_{sun} = -26.81 සහ එයට ඇති දුර AU = 4.848×10^{-6} pc වේ නම් සූර්යයාගේ නිරපේක්ෂ විශාලත්වය කොපමන වේද?
The apparent magnitude of the sun is m_{sun} = -26.81 and its distance is AU = 4.848 10^{-6} pc. What is the absolute magnitude of the sun?
a) 4.76   b) 5.86   c) 5.63   d) 6.78   e) 8.3

13. සීරියස් තරුවේ අසම්පාත කෝණය 0.347" වේනම් දුර මාපාංකය කුමක්ද?
The parallax angle for Sirius is 0.347'' what is the distance modulus for Sirius?
a) -3.76   b) 3.76   c) -2.88   d) 2.88   e) 3.77

14. සූර්යයට වඩා අඩු උෂ්ණත්වයකින් හා වැඩි දීප්තතාවයකින් යුතු තාරකාව වන්නේ,
Which star has the higher luminosity and a lower temperature than the Sun?
a) Rigel   b) Alpha Centauri   c) Serius   d) Aldebaran   e) Benar'd Star

15. ග්‍රාහක වලල්ලේ පිහිටි ග්‍රාහක දෙකක් අතර දුරට ආසන්නතම අගය කීයද?

Which is closest to the average distance between asteroids in the asteroid belt?

a) 100 thousand km b) 1 million km c) 1 thousand km d) 10 thousand km e) 10 million km

16. මුළු ස්කන්ධය $1 \times 10^8\ M_\odot$ වන සුපිරි විශාල කළු කුහරයක සිද්ධි නිම් වළල්ල ඇතුලත සාමාන්‍ය ඝණත්වය වනුයේ,

The mean mass density for a super massive black hole with total mass of $1 \times 10^8\ M_\odot$ inside the Schwarzschild radius is,

a) 1.85×10^3 kg m^{-3} b) 3×10^8 kg m^{-3} c) 2.4×10^8 kg m^{-3} d) 9.0×10^{41} kg m^{-3} e) 5×10^{23} kg m^{-3}

17. 1998 ජනවාරි 1 දින යුරේනස් ග්‍රහයා 20.721AU දුරකින් පිහිටා තිබුණි. එහි විශ්කම්භය 25559 km නම් එදින යුරේනස් ග්‍රහයාගේ දෘශ්‍ය කෝණික විශාලත්වය කලා වලින් කොපමණද?

On January 1st 1998 the planet Uranus was at a distance of 20.721 A.U .The radius of Uranus is 25559 km. What was the apparent angular diameter of Uranus on January 1st in arc minutes?

a) 3.392 b) 0.028 c) 1.696 d) 1.644 e) 0.056

18. තාරකාවක අවසන් ඉරනම පිලිබඳ පහත ප්‍රකාශ සලකන්න

(A) එය තාරකාවක ස්කන්ධය මත රඳා පවතී

(B) තාරකාවේ මුලු ස්කන්ධය සූර්ය ස්කන්ධ 1.5 වන තාරකා අවසානයේ දී නියුට්රෝන තරුවක් බවට පත්වේ.

(C) තාරකාවේ මුලු ස්කන්ධය සූර්ය ස්කන්ධ 1.4 ට අඩු තාරකා සුදු වාමන තාරකාවක් බවට පත් වේ.

මේවා අතරින් නිවැරදි වන්නේ,

Consider the following statements on the fate of a star.

(A) It depends on the mass.

(B) Star having a mass of 1.5 $M_\odot$ will eventually be a neutron star.

(C) Stars having a mass less than 1.4 $M_\odot$ will cool down to white dwarfs.

Correct statement/s is/are?

a) (A) Only b) (A) & (C) Only c) (A) & (B) Only d) (B) & (C) Only e) All (A), (B) & (C)

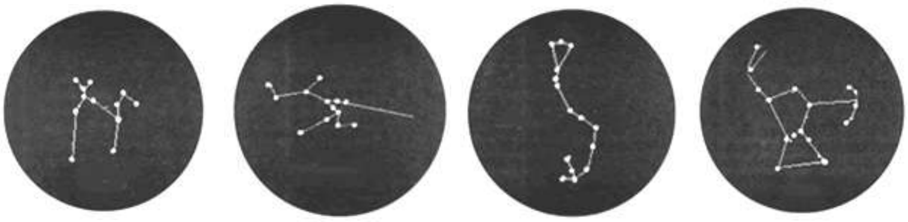
19. ධනු රාශියේ දීප්තිමත්ම තාරකාව වන්නේ,

The brightest star of the Sagittarius constellation is,

a) Sirius b) Kaus Australis c) Antares d) Algieba e) Nunki

20. පහත 1,2,3,4 රූප මගින් දක්වා ඇති තාරකා රාශි පිළිවෙලින්

The star constellations indicated in the following figures 1, 2, 3 and 4 respectively are



1 2 3 4

a) Canis major, Taurus, Scorpius and Orion

b) Ursa major, Scorpius, Orion and Leo

c) Ursa minor, Taurus, Scorpius and Orion

d) Cepheus, cetus, Scorpius, and sextans

e) Canis major, Leo, Scorpius and Orion

B කොටස | Part B

අතිරේක කොල යොදාගනිමින් පහත ප්‍රශ්න වලට පිළිතුරු සපයන්න.
සෑම අතිරේක පිළිතුරු පත්‍රයකම ඉහලින් ඔබගේ නම සහ විභාග අංකය සඳහන් කරන්න.
(Please provide your answers to this part using additional sheets.
Write your name and index number on top of each and every additional sheet)

21. ද්විත්ව තරු පරිනාමයේ සමහර පියවර වලදී, එක් තරුවක පදාර්ථ අනෙක් තරුව මතට කඩා වැටී "accretion disk" සාදනු ලබයි. මධ්‍ය ස්කන්ධයේ සිට R දුරකට, අනන්තයේ සිට ඇද වැටෙන m ස්කන්ධයක චාලක ශක්තිය හා විභව ශක්තිය පහත අයුරින් සමාන වේ.

At some evolutionary stage of binary stars matter from one star falls onto the other and form an accretion disk. For a mass m falling from infinity to a distance R from the central mass M, the Kinetic Energy matches the Potential Energy as

$$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{GMm}{R}$$

අවසානයේදී ස්කන්ධය තාරකාවේ පෘශ්ඨයේ වැදී චාලක ශක්තිය තාපය ලෙස පිටකරනමින් යම් ආකාරයක විකිරණ නිකුත්කරයි. dm/dt ශ්‍රීඝ්‍රතාවකින් විවර්ජනය වන විට චාලක ශක්තිය තාපය බවට පත්වීමේ සීඝ්‍රතාව [1/2][dm/dt]v^2 වේ, එමෙන්ම 'accretion luminosity L' පහත ආකාර වේ.

The mass eventually hits the surface of the star and its KE is released as heat, and appears in some form of radiation. For an accretion rate dm/dt, the KE is turned into heat at a rate [1/2][dm/dt]v^2, or the accretion luminosity L is

$$L = \frac{1}{2}\frac{dm}{dt}v^2 = \frac{GM}{R}\frac{dm}{dt}$$

(i) ස්වාස්චයිල්ඩ අරය(සිද්ධි නිම් වළල්ල) r_s වන කළු කුහරයක දීප්තිය පහත අයුරින් දැක්විය හැකි බව පෙන්වන්න. Show that for a black hole with Schwarzschild radius r_s, the luminosity can be expressed as

$$L = \frac{r_s}{2R}\frac{dm}{dt}c^2$$

$$L = \xi\frac{dm}{dt}c^2$$

මෙහි ξ යනු, නිශ්චල ස්කන්ධය දීප්තියට පරිවර්තනය වීමේ කාර්යක්ෂමතාවය ලෙස ගත හැක.

In this form ξ can be seen to be the efficiency of the conversion of rest mass energy into luminosity.

(ii) සූර්ය ස්කන්ධ එකක් සහිත අරය 5 $\times 10^8$ cm අනුක්‍රමයක් වන සුදු වාමන තාරකාවක ξ කාර්යක්ෂමතාවය, $\xi \approx 3 \times 10^{-4}$ බව පෙන්වන්න.

Show that the efficiency ξ for a solar mass white dwarf star, for which the radius is of order 5 $\times 10^8$ cm, is $\xi \approx 3 \times 10^{-4}$.

(iii) සූර්ය ස්කන්ධ එකක අරය 10 km අනුක්‍රමයක් සහිත නියුට්‍රෝන තරුවක කාර්යක්ෂමතාවය කුමක්ද?

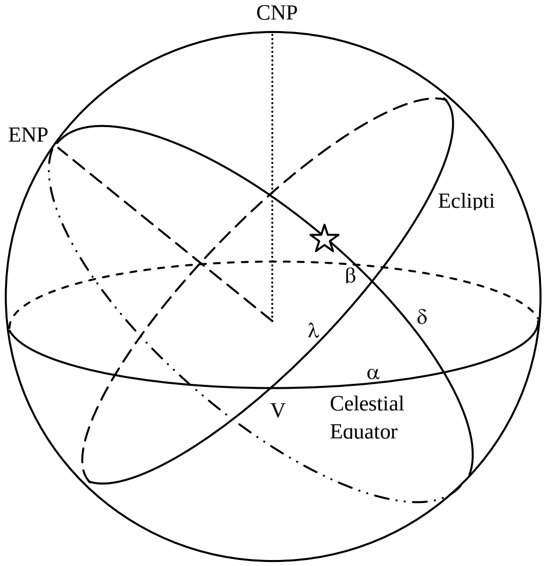
What is the efficiency for a solar mass neutron star, with radius of order 10 km?

(iv) p-p දාමයක ශක්තිය නිදහස් වීමේ කාර්යක්ෂමතාවය වන $\xi \approx 10^{-2}$ සමග ඔබේ පිළිතුරු සසඳන්නේ කෙසේද?

How do your answers compare with the efficiency for the release of energy via the p-p chain, for which $\xi \approx 10^{-2}$?

22. විවිධ යුගයන් වලදී වසන්ත විෂුවය පහත සඳහන් එක් එක් “ නක්ෂත්‍ර (රාශි) ” ආසන්නයේ පිහිටන ලදි.
The vernal equinox was near the following “Nakshatras” at different epochs.

Epoch	**Constellation**	**Mean α (1900)**	**Mean δ (1900)**
1900	Purva Bhadrapada	0	0
Siddhanta	Ashvini	$1^h\ 55^m\ 20^s$	+21° 39’
Yajurweda	Krittika	$3^h\ 40^m\ 32^s$	+23° 52’
Rigveda	Mrigashirsha	$5^h\ 30^m\ 11^s$	-2° 29’



පූර්වායනය සංසිද්ධිය උපයෝගී කරගනිමින් ඉහත නොදන්නා එක් එක් යුග වන සිද්ධාන්ත, යජුර්වේද, ඍග්වේද සඳහා කාලයන් නිර්ණය කරන්න. මධ්‍ය පූර්වායන නියතය වසරකට 49.66” ලෙස ගන්න. (ඉඟිය: α හා β, λ ට හරවන්න)
ඒ සඳහා පහත දැක්වෙන ගෝලීය ත්‍රිකෝණමිතික සම්බන්ධය යොදා ගන්න.
Using the phenomenon of precession calculate the times of the above unknown epochs, Siddhanta, Yajurweda, Rigveda. Take per year as the mean constant of precession.
(Hint: convert α, β to λ). Use following spherical trigonometric relation

$$\cos\beta\cos\lambda = \cos\delta\cos\alpha$$

23. සියලු ප්‍රශ්න සඳහා පිළිතුරු සපයන්න. Answer all parts.

(i) අහසේ දීප්තිමත්ම තරුව සීරියස් A වේ. එය පෘථිවියෙන් ආලෝක වර්ෂ 8.6 ඇතින් පිහිටා ඇත. මෙම දුර ආසන්න වශයෙන් 8×10^{16} m බව පෙන්වන්න.
Sirius A is the brightest star in the sky. It is 8.6 light years from Earth. Show that this distance is approximately 8×10^{16} m.

(ii) එනයින් සීරියස් A පෘථිවියේ සිට නිරීක්ෂණය කළ විට එහි තීව්‍රතාවය ගණනය කරන්න. සීරියස් A හි දීප්තතාව වේ 1.0×10^{28} W.

Hence, determine the intensity of Sirius A as seen from Earth. The luminosity of Sirius A is 1.0×10^{28} W.

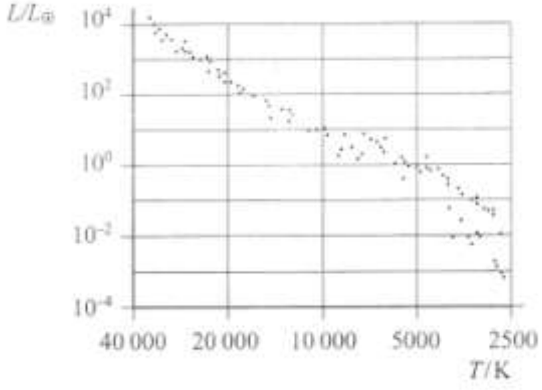
(iii) සූර්යයා එහි ජීවන කාලය අවසාන භාගයේදී වසර මිලියන 100ක් දක්වා එහි මධ්‍යයේ හීලියම් දහනය වී රතු තරුවක් බවට පත්වේ. එම මධ්‍යයේ ඇති හීලියම් අවප්‍රමාණ වන විට එහි පෘෂ්ඨීය උෂ්ණත්වය එහි වර්තමාන අගය වන 5780 K සිට 3160 K දක්වා හා අරය 6.96×10^{8} m සිට 1.26×10^{11} m දක්වා අඩු වේ.

මෙම වෙනස්වීම් පාදක කොටගෙන සූර්යයාගේ දීප්තතාව 3000 ගුණයකින් ඉහළ යන බව පෙන්වන්න. 6/8

When the Sun nears the end of its life it will burn helium in its core for a further 100 million years and become a red star. When it has depleted the helium in its core it is estimated that its surface temperature will fall from its present value of 5780 K to 3160 K and its radius form 6.96×10^{8} m to 1.26×10^{11} m.

Show that the luminosity of the Sun will increase by a factor of about 3000 due to these Changes.

(iv) හර්ට්ස්පෘං-රසල් සටහනක් පහත දැක්වේ. A Hertzsprung-Russell diagram is shown below.



සූර්යයා අද පවතින පිහිටීම ඉහත සටහනේ " X " යොදා සළකුණු කරන්න.

සූර්යයා එහි හීලියම් මධ්‍යය අවප්‍රමාණ වූ විට පිහිටීම සොයාගැනීම සඳහා ඉහත (iii) හි විස්තරය යොදා ගනිමින්, එම පිහිටීම “Y”ලෙස ලකුණු කරන්න.

Mark with an “X” the position of the Sun today.

Use the information give in (iii) to mark with a “Y” the position of the Sun when it has depleted its helium core.

(v) සීරියස් A හි මධ්‍යය තුළින් සෑම තත්පරයකටම වරක් ශක්තිය බවට පරිවර්තනය වන ස්කන්ධය ගණනය කරන්න.

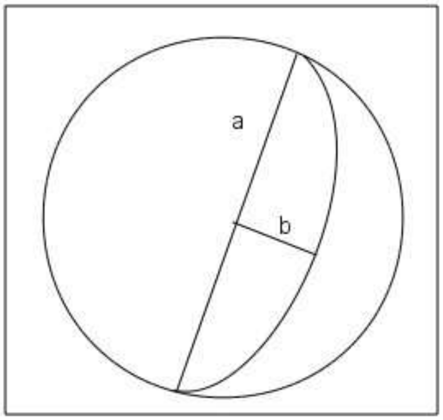
Calculate the mass being converted into energy in the core of ‘Sirius A’ every Second.

24. මාර්තු 21 වන දින කොළඹ නගරයට 10km ඉහලින් ගුවන් යානයක ගමන්කරමින් සිටින අමල් ඔහුගේ ඔරලෝසුවේ වේලාවෙන් (ශ්‍රී ලංකාවේ සම්මත ඔරලෝසු වේලාව GMT + 0530) පෙ. ව. 06:01 හිරු උදාව නිරීක්ෂණය කරයි. මෙදින කොළඹ විශ්ව විද්‍යාලයේ සිටින අශාන් හට හිරු උදාව නිරීක්ෂණය කල හැකි වන්නේ කීයටද?

(නිරීක්ෂකයන් දෙදෙනාම හිරු උදාව නිරීක්ෂණය කරන විට එකම පිහිටුමක (6.9167° N, 79.8333° E) සිටි බවද අශාන් හට කිසිම බාධාවකින් තොරව ක්ෂිතිජය නිරීක්ෂණය කල හැකි බවද සලකන්න. පෘථිවියේ අරය 6200 km ලෙස ගන්න)

While Amal was flying in a plane above the Colombo city on 21st of March with an elevation of 10 km, he observed the sun rise at 6.01 a.m. according to his watch (Sri Lankan local time GMT + 0530). Ashan was at the University of Colombo on the same day. At what time did Ashan observed the sun rise?
(Assume that both observes were at the same geological position (6.9167° N, 79.8333° E) when they observe the sun rise and Ashan was able to see the horizon without any interference Consider the radius of the earth to be 6200 km.)

25. දී ඇති චන්ද්‍රයාගේ ඡායාරූපය සලකන්න. එහි පෘෂ්ඨය මත දිවා කාලය හා රාත්‍රිය වෙන් කරන රේඛාව ඉලිප්සීය චාපයක් සාදන අයුරු නිරීක්ෂණය කරන්න. එම ඉලිප්සයේ අර්ධ මහා අක්ෂය 'a' ලෙසද සුළු මහා අක්ෂය 'b' ලෙසද සූර්යයා හා චන්ද්‍රයා අතර කෝණය α ලෙසද ගන්න.
Consider the following image of the moon. Observe that the line separating the illuminated side and the shadowed side is an ellipse arc. Let the length of the semi major axis of this ellipse be ‘a’, the semi minor axis be 'b' and the angle between the sun and the moon (as seen from earth) is α.



(i) හිරු-චන්ද්‍රයා-පෘථිවිය අතර කෝණය (β) සදහා ප්‍රකාශනයක් a හා b ඇසුරෙන් සොයන්න.
Derive an expression for the sun-moon-earth angle (β) in terms of 'a' and 'b'.

(ii) චන්ද්‍ර කලාව β ඇසුරෙන් ප්‍රතිශතයක් ලෙස ප්‍රකාශ කරන්න.
What is the phase of the moon, expressed as a percentage, in terms of β?

*****