

Please furnish the following information before the commencement of the examination		
Full Name of the Candidate:		
Examination Centre: Colombo/Batticaloa/Jaffna/Kandy-Polgolla/Kelaniya/ /Ruhuna/Vavuniya <u>(underline)</u>		
Index Number:	Telephone No.:	Email:
Date of Birth:	Age as of 2015.12.31:YearsMonthsDays	
School & Grade:	Signature of The Candidate:	

INSTITUTE OF PHYSICS, SRI LANKA
இலங்கை உயிரியல் நிறுவனம்

**THE 9TH SRI LANKAN OLYMPIAD ON ASTRONOMY AND
ASTROPHYSICS - 2015**

**9ஆம் அகில இலங்கை வானவியல் மற்றும்
வான்பெளதிகவியல் ஓலிம்பியாட் தேர்வு 2015**

(Duration: 2 hours)

இவ்வினாத்தாள் பகுதி A மற்றும் பகுதி B இல் 25 வினாக்களை கொண்டுள்ளது
This paper consists of 25 questions in two parts (A & B).

உமது கணிப்புகளுக்கும் பகுதி – B இல் காணப்படும் வினாக்களுக்கு விடையளிக்கவும்
வெற்றுத்தாள்களை பயன்படுத்தவும்

Use the attached blank sheets for your calculations and also to answer the questions in Part-B.

அனைத்து வினாக்களுக்குமான விடைகளை இவ்வினாத்தாளிலேயே எழுதி அனைத்து
தாள்களையும் மேற்பார்வையாளரிடம் ஒப்படைக்கவும்.

Answer all the questions in this paper and submit all sheets to the supervisor at the end of the exam

இலத்திரனியல் கணிப்பான்கள் பயன்படுத்தப்படலாம்//Electronic calculators are allowed.

(தகவல்/ Useful information:

ஒளியின் வேகம் / Speed of light $c = 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$,

அகில புவியீர்ப்பு மாறிலி / Universal gravitational constant $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$, Solar Mas/குரியனின் திணிவு = ,

ஹபிள் மாறிலி /Hubble constant $H =$,

வீன் இடப்பெயர்ச்சி மாறிலி / Wien's displacement constant = 0.0029 mK
 $1\text{AU} = 1.5 \times 10^{11} \text{ m}$)

வினாக்கள் தொடர்பாக ஏதேனும் தெளிவின்மை காணப்படஞ், ஆங்கில மொழிபெயர்ப்பை வாசிக்கவும்

பகுதி - A | PART A

1. வெண்குறமீனின் நிலைப்புத்தன்மையினை விளக்கும் இயற்பியல் கோட்பாடு யாது?

The physics theory that can be used to describe the stability of a white dwarf is

- (A) Pauli's exclusion principle / பவுலியின் தவிர்க்கைத் தத்துவம்.
- (B) Heisenberg's uncertainty principle/ ஹைஸெஞ்சர்கின் ஐயப்பாட்டிக்கொள்கை
- (C) Conservation of angular momentum/ கோணத்திலியுவேகக்காப்பு
- (D) Conservation of charges/ மின்னாட்டக்காப்பு
- (E) None of the above/ இவற்றில் எதுவுமில்லை.

2. அணுக்கருப்பினால் சாதாரண நட்சத்திரங்களுக்குள் சக்தியை உற்பத்தி செய்தாலும் பாரம்பரிய நோவாவில் வெடித்தல் ஏற்படுவதன் காரணம்

Nuclear fusion make a classical nova explode, while it makes normal stars just burn steadily because,

- (A) a white dwarf is so dense/ வெண்குறமீனின் அதிக அடர்த்தி
- (B) a white dwarf is made of Carbon and Oxygen/ வெண்குறமீன் காபன் மற்றும் ஓட்சிசனினால் உருவாகியிருத்தல்
- (C) The pressure in a white dwarf does not depend on its temperature
உள்ள முத்தத்திற்கு வெப்பத்தின் எவ்வித தாக்கமும் இல்லாமல்.
- (D) The pressure in a white dwarf increases linearly with the temperature
உள்ள முத்தம் மற்றும் வெப்பம் நேரிய அதிகரிப்புக்கு உள்ளாதல்
- (E) The pressure in a white dwarf decreases linearly with the temperature
உள்ள முத்தம் மற்றும் வெப்பம் நேரிய குறைவுக்கு உள்ளாதல்

3. நீர் ஓர் கணப்பொழுது துடிப்பு விண்மீனை அவதானிப்பதாக என்னவும். ஓர் நாள் அதன் துடிப்பின் காலசுழற்சியினையும் வருகை நேரத்தினையும் துல்லியமாக அளந்துள்ளீர். ஓர் வாரத்திற்குப்பீன்னர் அதனை அவதானிக்கும் போது காலசுழற்சி ஒன்றாக இருப்பினும் எல்லா துடிப்புக்களும் $1\text{ }\mu\text{s}$ தாமதமாகியுள்ளது. இத்தமாதானது துடிப்பு விண்மீனின் அசைவினால் அமைந்ததேயானால் அவ்விண்மீன் நகர்ந்தது

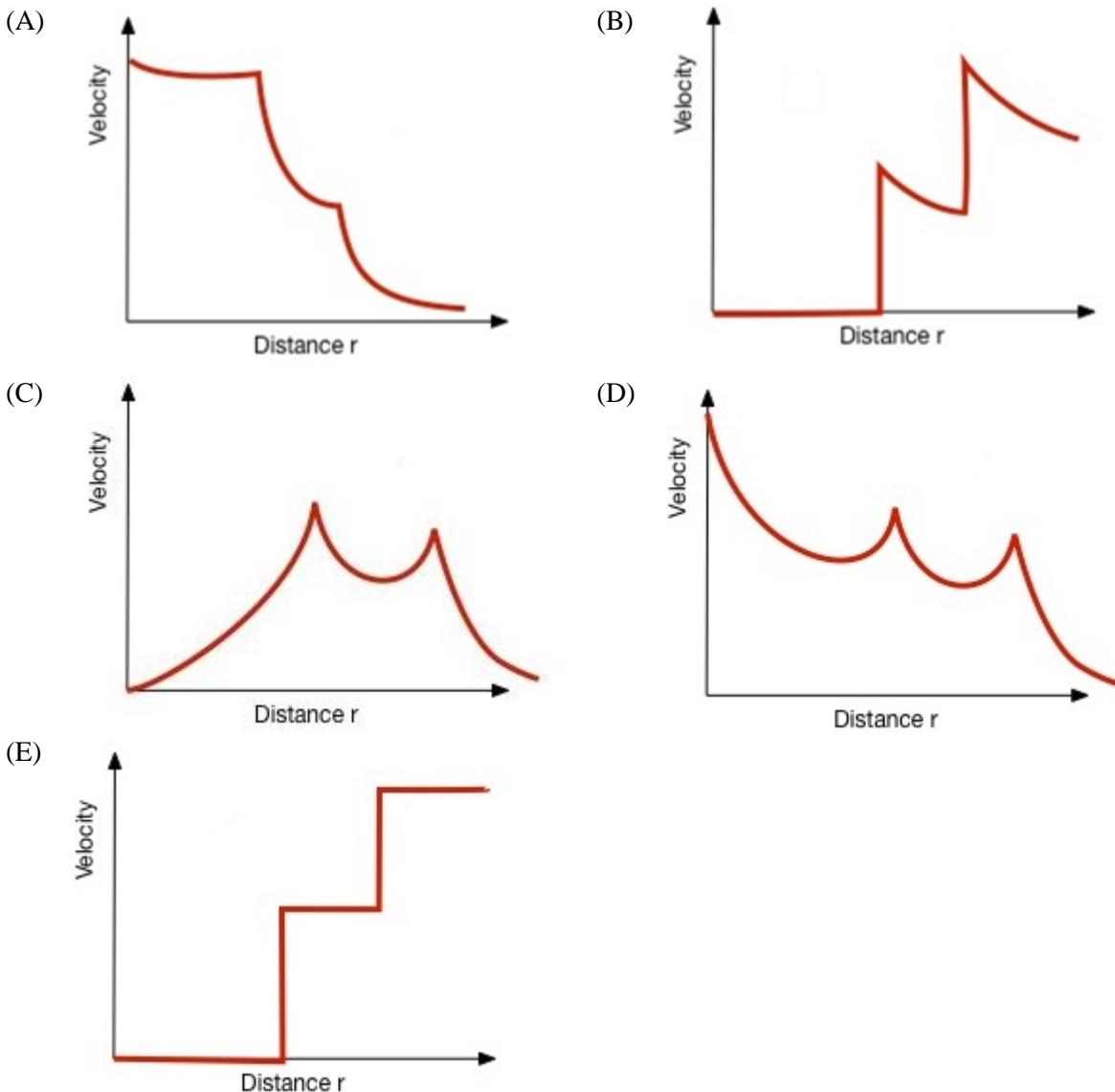
Suppose you observe a millisecond pulsar. One day you measure the period of the pulses and arrival times accurately. Once you observe after one week it is noticed that all the pulses are delayed by $1\text{ }\mu\text{s}$ although the period is the same. If the delay is caused by the motion of the pulsar, then the pulsar must have moved,

- (A) 300 m towards the Earth/ 300m புவியினை நோக்கி
- (B) 300 m away from the Earth/ 300m புவியினை விட்டு விலகி
- (C) 100 m towards the Earth/ 100m புவியினை நோக்கி
- (D) 100 m towards the Earth / 100m புவியினை விட்டு விலகி
- (E) 1 μm away from the Earth / 1 μm புவியினை விட்டு விலகி

4. நீர் ஓர் புதிய ஆழந்த வாணப்பொருளை அவதானிப்பீரேயானால் அதன் ஓரி 10 செக்கனில் இருமடங்காவதை காண்கிறீர். இவ்விறைந்த மாற்றுத்தன்மைக்கான காரணம்

Imagine that you've just discovered a new deep sky object in space. This object can change in brightness uniformly by a factor of two in only ten seconds. What can you deduce from this rapid variability?

- (A) It must be smaller than 3×10^6 km in size/ அப்பொருளின் அளவு 3×10^6 km இனைவிட குறைவு.
- (B) It must be larger than 3×10^6 km in size / அப்பொருளின் அளவு 3×10^6 km இனைவிட அதிகம்.
- (C) It must be smaller than 3×10^5 km in size/ அப்பொருளின் அளவு 3×10^5 km இனைவிட குறைவு.
- (D) It must be larger than 3×10^6 km in size / அப்பொருளின் அளவு 3×10^6 km இனைவிட அதிகம்.
- (E) You cannot deduce anything about its size./ அளவினை பற்றி எதையும் ஊக்க முடியாது.
5. அண்ட நுண்கதிர் அலை பீன்னணிக்கதிர்வீச்சு ஏற்படுவதற்கான காரணம் Cosmic Microwave Background Radiation(CMB) occurred due to'
- (A) Inflation/ வீக்கம்
- (B) Big bang/ அதிர்வெடிப்பு
- (C) Recombination/ மறுசேர்க்கை
- (D) Particle antiparticle annihilation/ துகள் எதிர்மத்துகள் அழிவாக்கும்
- (E) Solar storms/ சூரியப்புயல்கள்
6. உயிர்களுக்குகந்தது என நம்பப்படும் கோள்களில் மிக அதிகமான சுற்றுப்பாதையை கொண்டது, Most of the potentially habitable planets found so far are in orbit around,
- (A) Pulsars/ துடிப்பு விண்மீன்
- (B) White dwarfs/ வெண்குறுமீன்
- (C) Red giants/ சிவப்பு அரக்கன்
- (D) Red dwarf stars / சிவப்பு குறுமீன்
- (E) Blue giants/ நீல அரக்கன்
7. அதிக செயல்திறன் கொண்ட செயற்பாடானது, The energy process with highest efficiency is,
- (A) nuclear fusion / அணுக்கருச்சேர்க்கை
- (B) colliding matter with antimatter/ பதார்த்தம் மற்றும் எதிர்பதார்த்தத்தின் மேரதல்
- (C) nuclear fission/ அணுக்கருப்பினாவு
- (D) releasing gravitational energy of a black hole/ கருங்குழியின் புவியீர்ப்பு சுக்தியினை வீருவித்தல்.
- (E) fossil fuel/ படிசல் ஏரிபொருள்
8. விண்வெளி பால்மன்டலத்தின் திணிவு அதன் அணுக்கருவினை சுற்றியுள்ள இரு வளையங்களுக்கு மட்டும் பரவியிருக்கும் எனக்கருதவும். அவ்வாறேயானால் அவ்விழு வளையங்களுக்கு நடுவில் வெளி வளையத்திற்கு வெளியில் மற்றும் உள்வளையத்திற்கு உள்ளே திணிவு பரவியில்லை. விண்வெளி பால்மன்டலத்தின் சுழல் வளைவு Imagine that a galaxy had a very unusual mass distribution - all the mass was in two rings, centred on the nucleus but at two different radii. There was no mass inside the inner ring, between the two rings, or outside the outer ring. What would you expect the rotation curve to look like for this strange galaxy?



9. இவற்றில் பருவங்களாற்ற கோள் யாது?

The planet without seasons,

- (A) Uranus (B) Neptune (C) Saturn (D) Jupiter (E) None of the above
முரேனஸ் நெப்யூன் சனி வியராமன் ஏதுவுமில்லை

10. ஓர் வால் நட்சத்திரத்திற்கும் சூரியனின்று 10AU தொலைவில் இருக்கும் பொழுது அதன் வெளிப்புற வெப்பம் (செல்சியசில்) யாது? (வால் நட்சத்திரத்தினை கரும்பியாருள் எனக்கருதவும்)

Calculate the temperature (in Celsius) of a comet surface when it is 10 astronomical units from the Sun. (Consider the comet as a blackbody)

- (A) 120 (B) 80 (C) 100 (D) 75 (E) 88

11. இரு மக்பெரிய பொருட்களுக்கிடையே உள்ள புவியீர்ப்பு விசை விதி $F = \frac{Gm_1 m_2}{r^{2+\varepsilon}}$ மூலம் காண்பிக்கப்பட்டுள்ளது.
(ε ஓர் நேர்ம எண்ணாகும்.) இவற்றில் பொய்யான கூற்று யாது?

Suppose that the gravitational force law between two massive objects were $F = \frac{Gm_1 m_2}{r^{2+\varepsilon}}$

(where ε is a small positive number). Which of the following statements would be **false**?

(A) கோள மற்றும் சூரிய மண்டலத்தின் மூழ விணையாற்றல் காக்கப்பட வேண்டும்.

The total mechanical energy of the planet-Sun system would be conserved.

(B) The angular momentum of a single planet moving about the Sun would be conserved.

சூரியனை சுற்றி நகரும் ஓர் கோளின் வளைவுந்தம் காக்கப்பட வேண்டும்.

(C) சுற்றுப்பாதையில் கோள்களின் காலசுழற்சி அதன் அரைவிட்டத்தின் $\frac{(3+\varepsilon)}{2}$ பெருக்குக்கிர்கு விகிதசமமானது.

The periods of the planets in the orbits would be proportional to the $\frac{(3+\varepsilon)}{2}$ power of their respective orbital radii.

(D) A single planet could move in a stationary noncircular elliptical orbit about the Sun.

ஓர் தனிக்கோளிற்கு சூரியனையொத்த உறுதியான ஓர் வட்டமல்லாத நீள்வட்ட சுற்றுப்பாதையில் சுழல முடியும்.

(E) A single planet could move in a stationary circular orbit about the Sun.

ஓர் தனிக்கோளிற்கு சூரியனையொத்த உறுதியான ஓர் வட்ட சுற்றுப்பாதையில் சுழல முடியும்

12. The mean mass density for a super massive black hole with total mass of inside the Schwarzschild radius is,

முழுத்தினை அடிக்கும் ஓர் பாரிய கருங்குழியின் சிவாட்சி அரைவிட்டத்தினுள் உள்ள அடர்த்தியானது

(A) $1.85 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$ (B) $3 \times 10^8 \text{ kg m}^{-3}$ (C) $2.4 \times 10^8 \text{ kg m}^{-3}$ (D) $9.0 \times 10^{41} \text{ kg m}^{-3}$ (E) $5 \times 10^{23} \text{ kg m}^{-3}$

13. Consider the following three statements given on “Kepler’s Laws” of elliptical motion

கோள்களின் நீள்வட்ட நகர்வினை பற்றிய கெப்லரின் நீதிகளில் பிலையான கூற்று யாது?

1.) All planets move in a circle around the sun.

எல்லா கோள்களும் சூரியன் குவி மையமாக அமைந்த ஓர் நீள்வட்ட பாதையில் நகரும்.

2.) A line that connects a planet to the sun sweeps out equal areas in equal times.

ஓர் கோளையும் சூரியனையும் இணைக்கும் கோடானது சமமான நேரத்தில் ஒரே பகுதியினை கடக்கும்.

3.) The square of the period of any planet is proportional to the cube of the major axis of its orbit.

ஓர் கோளின் காலசுழற்சியின் வர்க்கம் அதன் சுற்றுப்பாதையின் பிரதான அச்சின் கணசதுரத்திற்கு விகிதசமமானது.

Incorrect Statement/s is/are?

இவற்றுள் பிழையான கூற்று யாது?

- (A) (1) only/ मत्तुं ग्रन्थम् (B) (2) only/ मत्तुं ग्रन्थम् (C) (3) only / मत्तुं ग्रन्थम्
(D) (2) and (3) only/ मत्तुं ग्रन्थम् (E) (1) and (2) only/ मत्तुं ग्रन्थम्

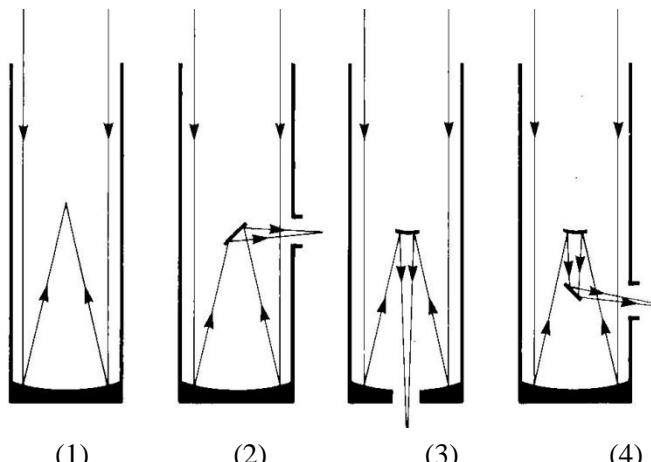
14. Comet Hale Bopp had a perihelion distance of 0.9141 AU and eccentricity 0.9951. What is the aphelion distance of the comet?

ஹெல் பெரப் வாழ் நட்சத்திரத்தின் குமிழ்றண்மைத்துரம் 0.9141 AU வும் மையப்பிற்கு 0.9951.ம் ஆகும். எனின் அதன் சேய்மை நிலைத்துரம் யாகு?

- (A) 407 AU (B) 156 AU (C) 372 AU (D) 78 AU (E) 24 AU

15. Choose the answer contains the types of reflecting telescopes shown in the following in the order.

கீழ் காணப்படும் தெறிவதாலைக்காட்டுகளை சரியான வரிசையில் காணப்பிக்கும் விளையினை தெரிவு செய்க.



- (A) 1- Prime focus, 2- Newton focus,3- Cassegrain focus, 4- Coude' focus
 - (B) 1- Newton focus , 2- Prime focus , 3- Cassegrain focus , 4- Coude' focus
 - (C) 1- Newton focus , 2- Prime focus , 3- Coude' focus , 4- Cassegrain focus
 - (D) 1- Prime focus, 2- Newton focus, 3- Coude' focus , 4- Cassegrain focus
 - (E) 1- Prime focus, 2- Coude' focus, 3- Newton focus, 4- Cassegrain focus

16. The curvature of Mars is such that its surface drops a vertical distance of 2 m for every 3600 m tangent to the surface. In addition, the gravitational acceleration near its surface is 0.4 times that near the surface of Earth. What is the speed a golf ball would need to orbit Mars near the surface, ignoring the effects of air resistance?

செவ்வாய் கோளின் வளைவு அமைப்பின்படி அதன் வளைவு பரப்பு தன் பரப்பின் ஒவ்வொரு 3600m தொடுகோட்டின்போதும், 2m நீள்தொலைவை எதிர்நோக்கும். அதேபோல் அதன் பரப்பின், அருகிலுள்ள ஈர்ப்பு அழுக்கம் புவியினருகிலான ஈர்ப்பு அழுக்கம் போல 0.4 மடங்காகும்.எனின், செவ்வாய் கோளின் பரப்பு அருகில் சூழல் ஓர் Golf பந்துக்குத்தேவையான வேகம் யாது? (வளித்தடையைப் பறக்கணிக்க)

- (A) 0.9 km/s
- (B) 1.8 km/s
- (C) 3.6 km/s
- (D) 4.5 km/s
- (E) 5.4 km/s

17. In inertial frame S , two events occur at the same instant time and 3 light minutes apart in space. In inertial frame S' , the same events occur at 5 light minutes apart. What is the time interval between the events in S' .

இரு சட்துவத்தொகுதி s இல், இரு சம்பவங்கள் ஒரே நேரத்திலும், 3 ஓளி நிமிடங்கள் தள்ளியும் நடைபெறும். சட்துவத்தொகுதி s' இல் அதே சம்பவங்கள் 5 ஓளி நிமிடங்களின் பின் நடைபெறும் எனின், s' இல் நிகழும் சம்பவங்களிடையிலான கால இடைவெளி யாது?

- (A) 0 min
- (B) 2 min
- (C) 4 min
- (D) 8 min
- (E) 16 min

18. Which of the following phenomena is not useful in estimating the distance between two celestial bodies?

இவற்றில் எச்சம்பவம் இரு வரண் பொருட்களின் இடையே உள்ள தூரத்தை அளக்க பயண்படுத்தப்படுமாட்டாது?

- (A) Venus transits over the disk of the sun
குரியனின் மேற்பரப்பில் நடைபெறும் வெள்ளியின் இடம்பெயர்தல்
- (B) Stars with no proper motion appear to change their position in the sky when viewed six months apart
ஒரிய நகர்வினை கொண்டிராத நட்சத்திரங்களை 6 மாதங்களின் பின் அவதானிக்கையில் வானில் அவற்றின் அமைப்பு மாறிக்காணப்படல்
- (C) Doppler shift exhibited by stars
நட்சத்திரங்களில் இடம்பெறும் தொப்பினர் நகர்வு.
- (D) A Total Solar Eclipse
பூரண குரிய கிரகணம்
- (E) None of the above
எதுவுமில்லை

19. A binary system of stars consists of star (a) and star (b) with brightness ratio 2. The binary system is difficult to resolve and is observed from the Earth as one star of 5th magnitude. Find the apparent magnitude of each of the two stars (m_a, m_b).

இரும் அமைப்பில் அமைந்த (a) மற்றும் (b) எனும் இரு நட்சத்திரங்களின் பிரகாசவிகிதம் 2 ஆகும். இந்த அமைப்பை உறுதி செய்தல் கடினமானதாகும். அதேபோல் இதே பூமியில் இருந்து அவதானிக்கையில், 5 வீச்சளவுள்ள தனி

நட்சத்திரமாக தெரியும். இவ்விரு நட்சத்திரங்களின் தாற்ற வீச்சளவைக் காண்க. (m_a, m_b).

- (A) 5.44, 6.19 (B) 5.11, 5.44 (C) 5.56, 6.20 (D) 5.50, 6.50 (E) 6.00, 5.00

20. When it is about the same distance from the Sun as is Jupiter, a spacecraft on a mission to the outer planets has the speed that is 1.5 times the speed of Jupiter in its orbit. Which of the following describes the orbit of the spacecraft about the Sun?

சூரியனின் உள்ள தொலைவும், வியாழனிலுள்ள தொலைவும் ஒன்றாக இருக்கும்பொழுது, வேற்று கிரகங்களை நோக்கி பயணிக்கும் ஒர் விண்கலம், வியாழன் போல் 1.5 மடங்கு அதிக வேகத்தில் பயணிக்கும். அப்பொழுது, சூரியனைச் சுற்றி அதன் சுழல்பாதை

- (A) Spiral - அகலச்சுருள்
(B) Circle - வட்டம்
(C) Ellipse - நீள்வட்டம்
(D) Parabola - தொடுவளைவு
(E) Hyperbola - அதிபரவளையி

பகுதி - B | PART B

உமது கணிப்புகளுக்கும் பகுதி - B இல் காணப்படும் வினாக்களுக்கு விடையளிக்கவும்
வெற்றுத்தாள்களை பயன்படுத்தவும்

Please provide your answers to this part using additional sheets.

Write your name and index number on top of each and every additional sheet

1. The most frequent orbital maneuvers performed by spacecraft consist of velocity variations along the direction of flight, namely accelerations to reach higher orbits or braking done to initiate re-entering in the atmosphere. In this problem we will study the orbital variations when the engine thrust is applied in a radial direction.

To obtain numerical values use: Earth radius,

Earth surface gravity and take the length of the sidereal day to be

We consider a geosynchronous communications satellite of mass m placed in an equatorial circular orbit of radius. These satellites have an “apogee engine” which provides the tangential thrusts needed to reach the final orbit.

- a. Compute the numerical value of
- b. Give the analytical expression of the velocity of the satellite as a function of. Calculate its numerical value.
- c. Obtain the expressions of its angular momentum and mechanical energy as functions of

விண்கலங்களில் அதிகளவில் காணப்படும் நழையியக்கங்களானது பறக்கும் திசையினாடாக ஏற்படும் திசைவேக மாற்றம், உயரிய சுற்றுப்பாதைகளை அடைய ஏற்படுத்தும் ஊக்குவிசை, வளிமண்டலத்திலுள் மீண்டும் நனைய ஏற்படுத்தும் தடுப்பிடல் ஆகியவை அடங்கும். இவ்விணவானானது பொறியின் (எஞ்சின்) உதைப்பை ஆரத்திசையில் இரும்போது சுற்றுப்பாதையில் ஏற்படும் மாற்றங்களைப் பற்றி அவதானிக்கின்றது.

எண்பெறுமானங்களுக்காக இவற்றினை பயன்படுத்தவும் : புவியின் அளவும் ,

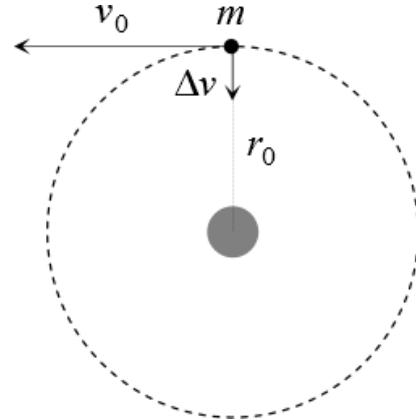
புவியின் மேற்பரப்பு ஈர்ப்பு விசை மற்றும் உருநாளின் நீளத்தினை எண்க்கருதவும்.

ஆரமுள்ள ஓர் மத்தியக்கோட்டிற்குரிய வட்டமான சுற்றுப்பாதையில் பொறுத்தப்பட்டுள்ள ஓர் புவியினாக்க தொலைவிதாட்டப் பெயர்க்கொள்ள தீவிரவு என்று அடங்கும். இச்செயற்கைக்கோளில் பொறுத்தப்பட்டுள்ள “apogee” பொறியான்று இதனை இறுதியான சுற்றுப்பாதையை அடைய தேவையான தொடுகோட்டு உதைப்பை தருகின்றது.

- a. இன் எண்பெறுமானத்தை காண்க.
- b. செயற்கைக்கோளின் திசைவேதத்திற்கான () கோவையினை மற்றும் மூலமாக காண்க. பின் அதன் எண்பெறுமானத்தை காண்க.
- c. செயற்கைக்கோளின் வளைவுந்தத்தினை மூலமாகவும் முழு இயக்க ஆற்றலை , மற்றும் மூலமாக காண்க.

Once this geosynchronous circular orbit has been reached (see Figure), the satellite has been stabilized in the desired location, and is being set to do its work, an error by the ground controllers causes the apogee engine to be fired again. The thrust happens to be directed towards the Earth and, despite the quick reaction of the ground crew to shut the engine off, an unwanted velocity variation is imparted on the satellite. We characterize this boost by the parameter.

The duration of the engine burn is always negligible with respect to any other orbital times, so that it can be considered as instantaneous.



Suppose

- d. Determine the parameters of the new orbit - *semi-latus-rectum* (l) and eccentricity (ϵ), in terms of.
- e. Calculate the angle between the major axis of the new orbit and the position vector at the accidental misfire.
- f. Give the analytical expressions of the perigee, and apogee, , distances to the Earth center, as functions of and calculate their numerical values for
- g. Determine the period of the new orbit, , as a function of and calculate its numerical value for

படத்தில் காலைவதுபோல் செயற்கைக்கோளை உறுதியான ஓர் சுற்றுப்பாதையில் சேர்த்தப்பின்னர் விண்வெளித் தறைக்கட்டுப்படுத்திகளின் பிழை காரணமாக apogee மின் பொறி பற்றியெரிந்தது. இதனால் அது புவியில் விசையினை ஏற்படுத்தியதோடு அதனால் செயற்கைக்கோளின் மீது திசைவேக வேறுபாடு ஏற்பட்டது. இதனால் ஏற்பட்ட அதிகரிப்பினை .கூறனவு கான்பிக்கின்றது.

பொறி பற்றியெரிந்த நேரம் செயற்கைக்கோளின் காலசூழ்சியுடன் ஒப்பிடுகையில் மிகச்சிரியதானதால் அதை கணக்கில் நிகழ்ந்த ஒன்றாக கருதலாம்.

எனின்

- d. புதிய சுற்றுப்பாதையின் கூறனவுகளான அரைச்சிலவுகலம் (l) மற்றும் மையப்பிறழ்வு (), அடிக்கியவற்றை மூலமாக காண்க.
- e. பொறி பற்றியெரிந்த இடத்தின் நிலை திசையிற்கு புதிய சுற்றுப்பாதையின் பேரச்சிலிருந்து இருக்கும் கோணத்தை காண்க.
- f. மற்றும் இற்கான கோவைகளை மற்றும் மூலமாக காண்க. அருகும் சந்தர்ப்பத்தில் அவற்றின் எண்பெறுமானத்தை காண்க.
- g. செயற்கைக்கோளின் புதிய காலசூழ்சி இற்கான கோவைகளை மற்றும் மூலமாக காண்க. அருகும் சந்தர்ப்பத்தில் T மின் எண்பெறுமானத்தை காண்க.

HINT:

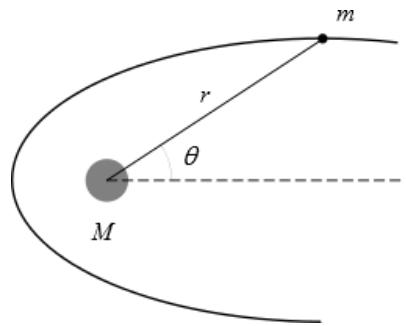
For $m \ll M$

Where, semi-latus-rectum and eccentricity

L is the angular momentum and E is the total mechanical energy.

குறிப்பு :

$m \ll M$ ஆகும் பொழுது

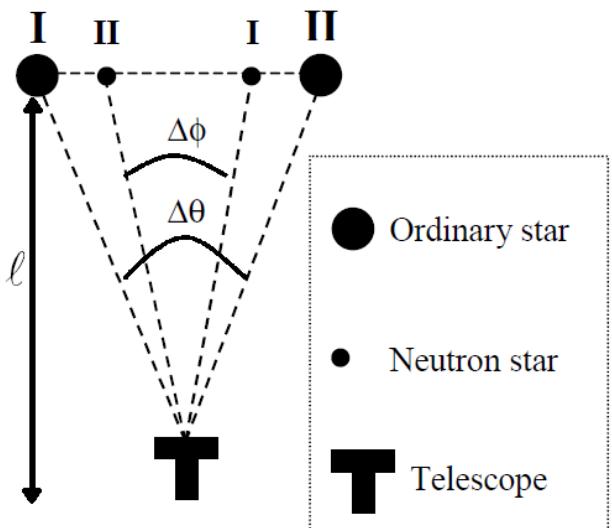


இதில் அரைசிவவகலம் மற்றும் மையப்பிறழ்வு ஆகும்.

L செயற்கைக்கோளின் வளைவுந்தத்தினையும் E அதன் முழு இயக்க ஆற்றலுமாகும்.

2. It is well known that most stars form binary systems. One type of binary system consists of an ordinary star with mass m_0 and radius R , and a more massive, compact neutron star with mass M , rotating around each other. In all the following ignore the motion of the Earth. Observations of such a binary system reveal the following information:

- The maximum angular displacement of the ordinary star is $\Delta\theta$, whereas that of the neutron star is $\Delta\phi$ (see Fig. 1).
- The time it takes for these maximum displacements is τ .
- The radiation characteristics of the ordinary star indicate that its surface temperature is T and the radiated energy incident on a unit area on Earth's surface per unit time is P .
- The calcium line in this radiation differs from its normal wavelength λ_0 by an amount $\Delta\lambda$, due only to the gravitational field of the ordinary star. (For this calculation the photon can be considered to have an effective mass $h/c\lambda$.)



Find an expression for the distance l from Earth to this system only in terms of the observed quantities and universal constants.

பொதுவாக பல நட்சத்திரங்கள் இரும் எண் முறையினை கையால்தல் நாம் அணைவரும் அறிந்த விடையுமே. அதில் ஓர் வகை m_0 தினிவு மற்றும் R ஆற்றத்தை கொண்ட சாதாரன நட்சத்திரத்தையும், M தினிவு கொண்ட சுழவும் பெரிய நெருக்கமான நியுத்திரன் நட்சத்திரத்தையும் கொண்டுள்ளது. இவ்வகையான இரும் எண் முறையினை அவதானிக்கின்ற போது இத்தகவல்கள் தெரிய வந்துள்ளது.

- சாதாரன நட்சத்திரத்தின் அதிகப்தச கோண இடப்பெயர்ச்சி $\Delta\theta$ எனிலும் நியுத்திரன் நட்சத்திரத்தில் அது $\Delta\phi$ ஆகும்.
- இவ்வதிகப்தச இடப்பெயர்ச்சி ஏற்படும் காலம் τ ஆகும்.
- சாதாரன நட்சத்திரத்தின் மேற்பரப்பு வெப்பம் T மற்றும் பூமியினையாட்டி அந்நட்சத்திரத்தின் கத்ரவீச்சு சக்தி P ஆகும்.

- இக்கதிரவீச்சிற்கேற்ற கல்சியம் கோடு அதன் சாதாரண அலைநீளமான λ_0 இனைவிட மூலம் இவ்வேறுபாட்டிற்குக் காரணம் சாதாரண நட்சத்திரத்தின் அனுகேயுள்ள புவியீர்ப்பு விசையாகும். (இக் கணக்கெடுப்பிற்கு ஒளித்தகவின் திணிவினை h/c எனக்குநுதலாம்.)

இத்தகவலில் காணப்படும் தரவுகளை மட்டும் கொண்டு உலகளாவிய மாறிலிகளையும் பயணபடுத்தி பூமியிலிருந்து இவ்விரு நட்சத்திரங்களுக்கான தரரத்திற்கான கோவையினை பெறுக.

- M 100 is one of the largest and brightest galaxy in Virgo cluster of galaxies. It is located in the constellation of Coma Berenices in the night sky. It is classified as SAB(s) bc category and identified as a spiral galaxy with an Active Galactic Nucleus.

A research was organized for determination the distance to M 100 using three distance indicators, which are individual for each other.

- During the first method, distance was calculated by using the spectroscopic shift of ionized H α line and cosmological redshift phenomena. Frequency of shifted H α line in the spectrum was measured as 454.73 THz. Hubble time, when the galaxy emitted these light photons was 1.26×10^{10} years

- Calculate distance to the Galaxy (d_a) in units of Mpc
(1 pc = 3.26 Light years, $C = 3 \times 10^8$ ms $^{-1}$)

- You should use Hubble time in the paragraph in order to find Hubble constant. **You are not allowed to use the value of Hubble constant at the beginning of this paper.**

- Express the (d_a) value in units of **Light years** and (**Au**)

- During the second method, distance was determined by using a Cepheid variable star which is named as C39 in M 100. C39 is classified as classical Cepheid class I. Light curve via V-band of the C39 was plotted by photometric measurements. (graph 1)

M100 என அழைக்கப்படுவது கன்னி ராசியின் பால்வெளித்தொகுதிகளில் காணப்படும் ஓர் பாரிய பிரகாசமான பால்வெளியாகும். இது இரவு வானில் காணப்படும் Coma Berenices ஏழும் நட்சத்திரத் தொகுதியில் அமைந்துள்ளது. இது SAB(s) இன் bc பிரிவில் வகைப்படுத்தப்பட்டு மற்றும் செயல்படும் வெண்ணைக்கருவினைக் கொண்ட ஓர் அகலச்சுருள் பால்வெளியாக கருதப்படுகின்றது.

M100 இறகுள்ள தொலைவினைக் காண மேற்கொள்ளப்பட்ட ஓர் ஆய்வினில் 3 தொலைவிற்கான வெவ்வேறு சுட்டிகள் பயனபடுத்தப்பட்டன.

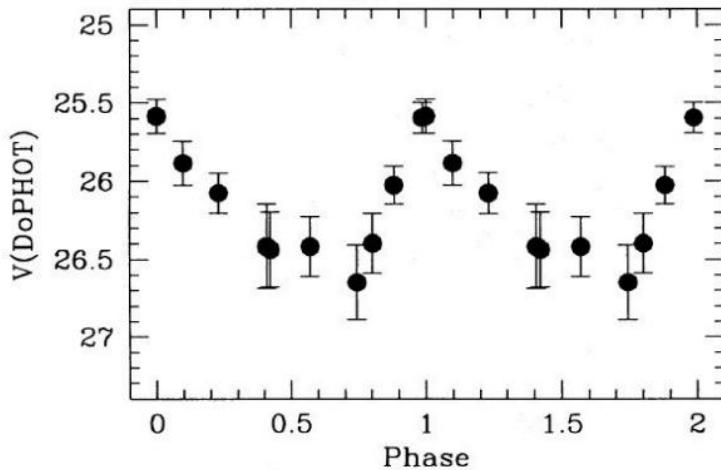
- முதல் முறையின்போது அயனாய H α கோட்டின் நிறமாலைப் பெயர்ச்சியினை மற்றும் அண்டவியல் சிவப்புப் பெயர்ச்சியினை பயன்படுத்தி தொலைவு கணக்கீட்டப்பட்டது. நிறமாலையிலிருந்து பெயர்ச்சிக்குள்ளான H α கோட்டின் அலைவை 454.73 THz ஆகும். அப்பால்வெளி ஒளித்துக்களை விடுவித்த போது ஹபல் நேரம் 1.26×10^{10} வருடங்களாகும்.

- பால்வெளிக்குள்ள தொலைவினைக் (d_a) Mpc அலகுகளில் காண்க.
(1 pc = 3.26 Light years, $C = 3 \times 10^8$ ms $^{-1}$)

- d_a இனை ஓன் வருடம் மற்றும் (**Au**) வின் அலகுகளில் வெளிப்படுத்துக.

- இரண்டாம் முறையின்போது தொலைவானது M 100 இல் C39 என அழைக்கப்பட்ட Cepheid மாறிலி நட்சத்திரத்தினைக்கிளைஞ்சு கணக்கீட்டப்பட்டது. C39, பழமையான Cepheid வகைI இல்

வகைப்படித்தப்பட்டுள்ளது. V-அலைவரிசையின்றாக C39 இன் ஒளிவளைகோடு ஓளி அளவியல் முறைகள் மூலமாக குறிக்கப்பட்டுள்ளது. (வரைபு 1)



- X-axis of (graph 1) depicts the Phase of the variable star. Phase = 0 → 2 is equal to 57.6 days
- Relationship between Absolute visual magnitude(V-band) and time periods can be written as follows,

$$M_v = -2.76 [\log_{10}(P) - 1.0] - 4.16$$

- All the terms of above equation have their general meanings.

வரைபின் x அச்சு அவத்தையினை காட்டுகின்றது. அதில் அவத்தை 0 த்திலிருந்து 2 வரையான காலம் 57.6 நாட்களாகும். Cepheid வகை 1 நட்சத்திரத்தின் தனிமான ஒளிப்பருமன் மற்றும் காலசூழற்சிக்கான தொடர்பு $M_v = -2.76 [\log_{10}(P) - 1.0] - 4.16$ ஆகும்.

- i) Find the distance modulus by analyzing the graph and using above equation.
வரைபினை ஆராய்ந்து மற்றும் இச்சமன்பாட்டினைப் பயன்படுத்தி தொலைவிற்கான சமன்பாட்டினைப் பெறுக.
- ii) Using the value of the distance modulus, Calculate the distance to the galaxy (d_b) in units of Mpc.
அதற்காக பரல்வெளிக்குள்ள தொலைவினைக் (d_b) Mpc அலகுகளில் காண்க.
- c. During the third method, used distance indicator was the Type 1a supernova explosion ($SN2006X$) which is occurred in M 100 galaxy in 2006. It is the brightest supernova explosion which is ever reported in M 100. Peak visual magnitude (V-band) of $SN2006X$ was (+13.0).
A typical cataclysmic variable star which exceeds Chandrasekar limit, is exploded as Type 1a supernova with absolute (V-band) magnitude = (-19.3).

முண்றாம் முறையின்போது தொலைவுக்கான சுட்டியாக, 2006 ஆம் ஆண்டு பால்வெளியில் ஏற்பட்ட *SN2006X* எனும் மிகப்பிரகாசமான TypeIa வகை மீண்டும் விண்மீன் வெடித்தல் கருதப்பட்டது. இவ்வெடித்தலின் உச்ச ஒளிப்பறுமன் (+13.0) அதுவதோடு சந்திரசேகர வரம்பில் ஒர் நட்சத்திரம் வெடித்தலின்போது வெளிப்படும் ஒளிர்தலிர்கேற்ற தனிமான ஒளிப்பறுமன் (-19.3) அதும்.

- i) Using above data and information on *SN2006X*, calculate the distance to the galaxy (d_c) in units of Mpc.

இத்தரவுகளைப் பயன்படுத்தி Type Ia மீண்டும் விண்மீன்வரடாக பால்வெளிக்குள்ள தொலைவினைக் (d_c) Mpc அலகுகளில் காண்க.

d.

Using statistical analysis of above three distances (d_a, d_b, d_c) that you have calculated Calculate :

- i) The average distance to M 100
ii) Standard Deviation (S)

இம்முண்ற வகை (d_a, d_b, d_c) தொலைவுகளை பயன்படுத்தி புள்ளி விவர ஆய்வு மூலமாக M100 எனும் பால்வெளிக்குள்ள

- i. சராசரித் தொலைவு
ii. திட்ட விலக்கலை காண்க.

$$S = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

4. Solar Dynamic Observatory (SDO) launched in 2010 has given the astronomers the opportunity to monitor the solar interior, chromosphere, and corona with high spatial and temporal resolution. SDO's Atmospheric Imaging Assembly (AIA) is the major instrument that enables this task. A single AIA telescope has a field of view (FOV) approximately 41 arc minutes. The instrument was designed to achieve a spatial resolution of 0.6“ per pixel. CCD cameras used in AIA have a pixel size of 12 micro meters.

Two types of CCD cameras were available to NASA during the development of AIA: Type A with dimensions 2048 x 2048 px and type B with dimensions 4096 x 4096 px.

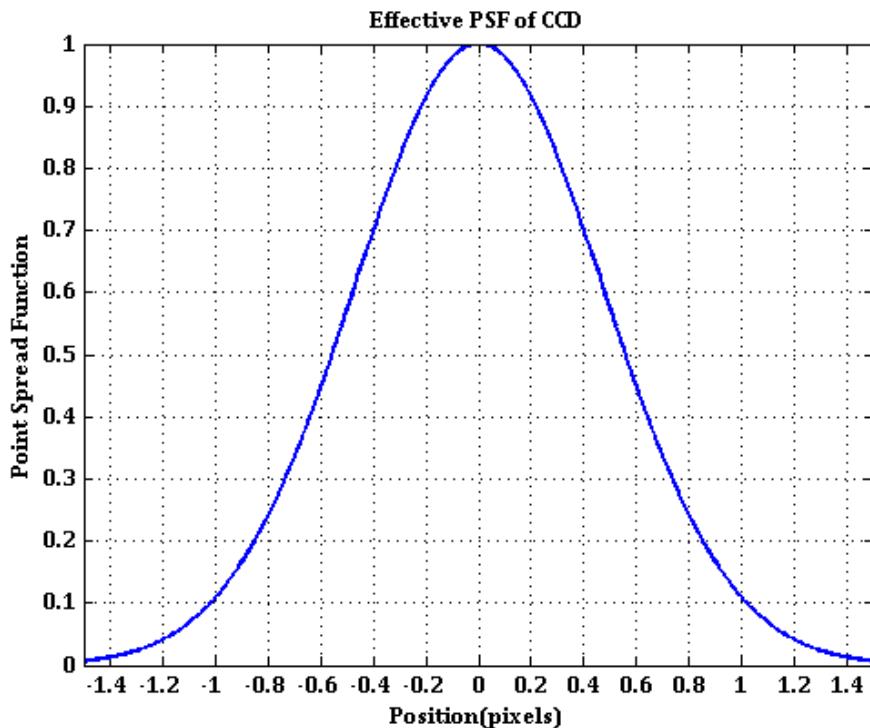
2010 ம் ஆண்டு அறிமுகப்படுத்தப்பட்ட SDO எனும் வான் ஆய்வுகம் வானியல் வல்லுநர்களுக்கு கூரியனின் உட்பரப்பு நிறமண்டலம் மற்றும் ஒன்றையத்தினை அதிக இடம் சார்ந்த காலம் சார்ந்த பிரித்திறவுடன் கண்கானிக்கும் வராய்ப்பை அளிக்கின்றது. SDO வின் AIA என்பது இக்காரியத்தினை மேற்கொள்ளும் முக்கிய உபகரணமாகும். ஒர் AIA தொலைநோக்கி 41 arc நிமிட காட்சிப்புலத்தினைக்கொண்டுள்ளது. இந்த உபகரணம் 0.6 மிக்ஸல் இடம் சார்ந்த பிரித்திறன் கொண்டு அமைக்கப்பட்டுள்ளது. AIAஇல் பயன்படுத்தும் CCD ஒளிப்படக்கருவி 12 மைக்ரோ மீற்றர் மிக்ஸல் பிரித்திறன் கொண்டுள்ளது.

இரு வகையான CCD ஒளிப்படக்கருவிகள் AIA யினை மேம்படுத்தும்போது NASA விடம் இருந்தது. வகை A 2048 x 2048 மிக்ஸல் மற்றும் வகை B 4096 x 4096 மிக்ஸல் அளவுகளை கொண்டுள்ளது.

- i) Using the above data determine which type best suits to fit in AIA?
ii) Also find the focal length of the telescope.

- iii) Figure shows the point spread function of a point source that casted on the ccd on a particular day. By referring to the figure, find the astronomical seeing on the particular day on which the image was taken.

- i. இத்தறுவகளைப் பயன்படுத்தி AIA உபகரணத்திற்கான மிகப்பொருத்தமானது எவ்வளவிலான CCD ஓளிப்படக்கருவி என்பதை காண்க.
- ii. மேலும் AIA தொலைநோக்கியின் குவிநீளத்தை காண்க.
- iii. ஓர் நாளில் CCD ஓளிப்படக்கருவியினால் யெறப்பட்ட வெரு தொலைவிவர்கள் ஓர் புரவியின் புகைப்படத்தினி புள்ளி பரவல் சார்பு கீழ் காணப்படும் படத்தில் காணப்படுகின்றது. இதை பயன்படுத்தி அன்றைய நாளின் வரணியற் காட்சியினை காண்க.



5. This question consists of a full sky charts in Alt-Azimuth coordinates, showing the sky of a month in this year. On the chart different objects are marked in different numbering systems: constellations are noted in **uppercase letters**; stars are noted in **Arabic numeral** and deep sky objects are noted in **lowercase letter**. The table contains 5 stars, 5 constellations and 5 deep sky objects to be marked on the sky map.

இக்கேள்வியில் விண்மீன் நிலைதருகருவி ஆள்கூற்றுக்கள் அடங்கிய வரைபடங்கள் மற்றும் இவ்வருடத்தில் ஒரு மாதத்தின் காணப்பட்ட இரவு வானையும் கொண்டுள்ளது. இந்த வரைபடத்தில் நட்சத்திரத் தொகுதிகளை ஆங்கில பேரெழுத்தினாலும், நட்சத்திரங்களை அரபு எழுத்துக்களாலும், ஆழ்ந்த வான்பொருட்களை ஆங்கில குற்றெழுத்துக்களாலும் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளது.

(A) Mark the four directions (N, S, E, W) on the star chart.

நான்கு திசைகளையும் வரைபடத்தில் குறிக்க (N S E W)

(B) Make a rough sketch of the Ecliptic and the celestial equator on the star chart.

சூரியவழி மற்றும் விண்கோள் நிலநடுக்கோடு ஆகியவற்றை வரைபடத்தில் குறிப்பிடுக

(C) Mark five constellations, five deep sky objects, 5 stars on the map as given in the following chart.

அட்டவணையில் காணப்படும் நட்சத்திரத் தொகுதிகள், நட்சத்திரங்கள் மற்றும் ஆழ்ந்த வான் பொருட்களை இவ்வரைபடத்தில் குறிக்க

A	Lyra	(1)	Vega	a	Lagoon Nebula
B	Libra	(2)	Denab	b	Andromeda Galaxy
C	Cygnus	(3)	Altair	c	Dumbbell Nebula
D	Aquarius	(4)	Antares	d	Hercules Globular Cluster
E	Cassiopeia	(5)	Fomalhaut	e	Wild Duck Cluster M11

(D) Give the approximate horizontal coordinates of the given objects O1 and O2,

குறிப்பிடப்பட்டுள்ள பொருட்களின் அண்ணளவான கிடக்கை ஆயங்களைப் போகிடுக.

(E) Consider Saturn in the following star map and answer the questions

இவ்வாணிற்கான :

Geographical latitude of the observer, பார்வையாளரின் புவிச்சரிதவியல் அகலாங்கு: 7.6°N

Geographical longitude of the observer, பார்வையாளரின் புவிச்சரிதவியல் நெட்டரங்கு : 80.7°E

Observed Time: 20:00h

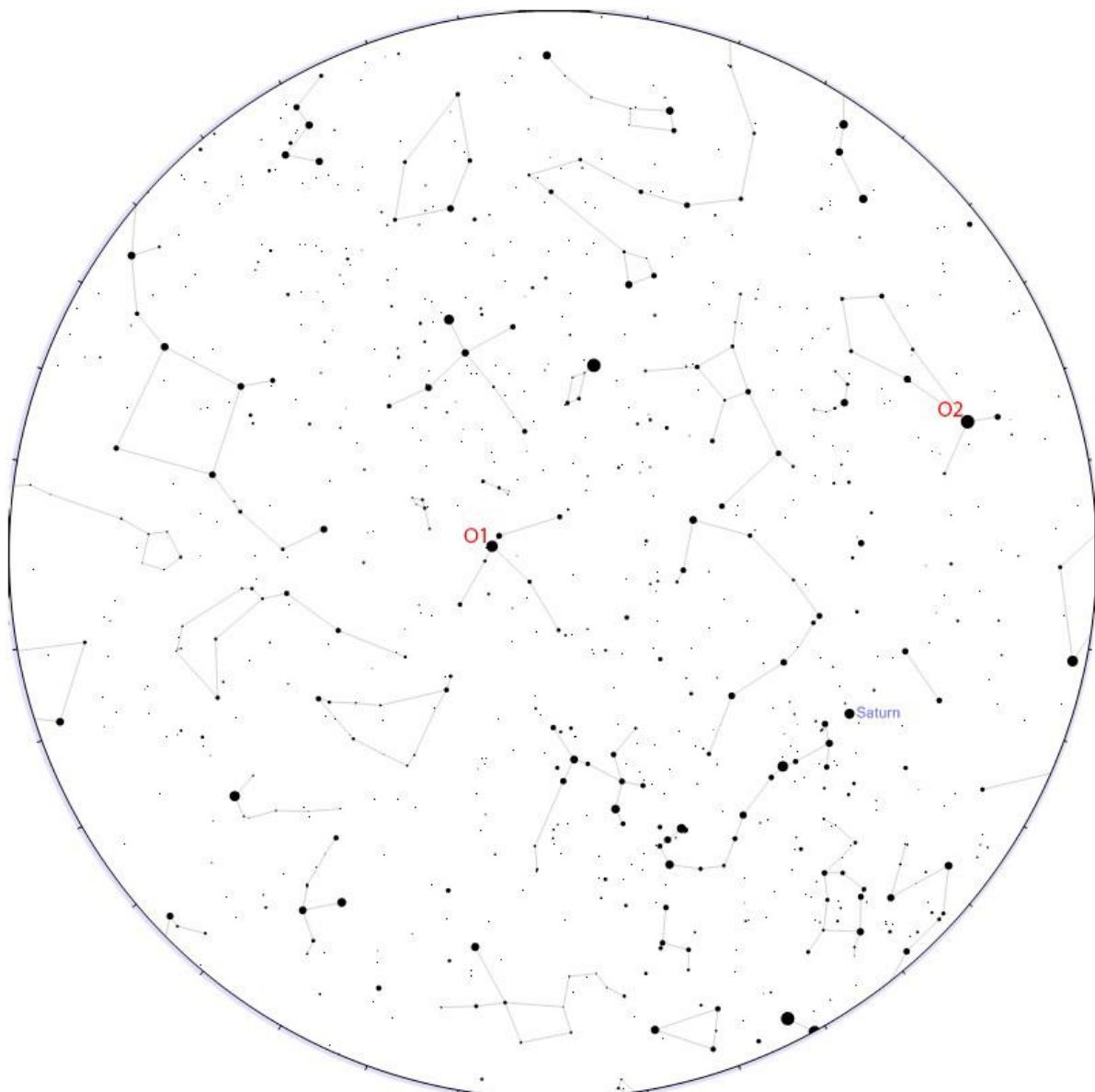
Local sidereal Time: 19:00h

Right ascension of Saturn: 15h 50m

- a. What was the Local Hour Angle of Saturn (at this time)? சனி hour angle என்ன?
- b. At what time was Saturn on the meridian at this location?
சனி இவ்விடத்தில் உச்ச நெருங்கோட்டை வந்ததைந்த நேரம் யாது?

- c. At what time was Saturn on the meridian at Greenwich?

சனி கிரீன்விச்சில் உச்ச நெருங்கோட்டை வந்ததைந்த நேரம் யாது?



Night Sky Chart