

Please furnish the following information before the commencement of the		
Full Name of the Candidate:		
Examination Centre: Colombo/Batticalo/Jaffna/Kandy-Polgolla/Kelaniya/ /Ruhuna/Vavuniya (underline)		
Index Number:	Telephone No.:	Email:
Date of Birth:	Age as of 2016.12.31: .....Years .....Months .....Days	
School & Grade:		Signature of the Candidate:

**இலங்கை பொளதிகவியல் சங்கம்**  
**INSTITUTE OF PHYSICS, SRI LANKA**

**10 வது இலங்கை வானியல் மற்றும் வானியற்  
பொளதிகவியல் ஒலிம்பியாட் போட்டி - 2016**

**THE 10<sup>TH</sup> SRI LANKAN OLYMPIAD ON ASTRONOMY AND  
ASTROPHYSICS - 2016**

(காலம் 2 மணிநேரம்) (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  
இணைக்கப்பட்டுள்ள 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 examination.

இலத்திரனியல் கணிப்பான்கள் பயன்படுத்தப்படலாம்/ Electronic calculators are allowed.

<p><b>தகவல் / Useful information:</b>  ஒளியின் வேகம் / Speed of light <math>c = 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}</math>,  ஆகில புவியீர்ப்பு மாறிலி / Universal gravitational constant <math>G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}</math>,  சூரியனின் திணிவு / Solar Mass <math>M_{\odot} = 2 \times 10^{30} \text{ kg}</math>, ஹபிள் மாறிலி/Hubble constant <math>H = 75 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}</math>  இலத்திரனின் திணிவு/Mass of electron <math>m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}</math>  Stefan-boltzmann constant = <math>5.67 \times 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}</math>/  Wien's displacement constant = <math>2.898 \times 10^{-3} \text{ m K}</math></p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

வினாக்கள் தொடர்பாக ஏதேனும் தெளிவின்மை காணப்படின், ஆங்கில மொழிபெயர்ப்பை  
வாசிக்கவும்

## பகுதி A

01. சூரியனின் உட்புறம் 3 பிரதானப் வலயங்களைக் கொண்டுள்ளது. அவ்வலயங்கள் யாது (சூரியனின் நடுப்பகுதியிலிருந்து வெளிப்புறமாக அமையும் வகையில் குறிப்பிடுக.)?
- உள்ளகம் , மூடகம் , மேலோடு
  - உள்ளகம் , வெப்பச்சலனப் பகுதி, கதிர்வீச்சுப் பகுதி
  - உள்ளகம் , கதிர்வீச்சுப் பகுதி, வெப்பச்சலனப் பகுதி
  - வெப்பச்சலனப் பகுதி, கதிர்வீச்சுப் பகுதி, நிறமண்டலம்
  - கதிர்வீச்சுப்பகுதி, வெப்பச்சலனப் பகுதி, உள்ளகம்
02. ஓர் நட்சத்திரம் 70 சூரியத் திணிவையும் 20 சூரிய ஆரத்தையும் கொண்டிருப்பின் அந்நட்சத்திரம் எவ்வகையைச் சார்ந்தது?
- பிரதான தொடர் விண்மீன் (Main Sequence)
  - இராட்சத விண்மீன் (Giant)
  - குறு விண்மீன் (Dwarf)
  - நியூத்திரன் விண்மீன் (Neutron Star)
  - பாரிய இராட்சத விண்மீன் (Supergiant)
03. இந்தியாவின் தலைநகரான டெல்லி 28.61N அகலாங்கு மற்றும் 77.21E நெட்டாங்கினில் அமைந்துள்ளது. அப்பகுதியின் தொடுவானத்தில் என்றுமே தோன்றா ஓர் நட்சத்திரத்தின் காந்தவிலக்கம் யாது?
- 60 பாகை
  - 45 பாகை
  - 0 பாகை
  - 45 பாகை
  - 60 பாகை
04. சிறுகோள் வலயத்தில் அமைந்துள்ள ஓர் சிறுகோளின் அரைப்பேரச்சு 3AU ஆகும். எனின் அதன் சுழல் கால அளவு வருடங்களில் யாது?
- 9
  - 5.2
  - 27
  - 2.1
  - 3.0
05. வியாழனின் சராசரி சுற்றுப்பாதை திசைவேகம் 13.1 km/s, திணிவு  $1.97 \times 10^{27}$  kg மற்றும் அதன் சுற்றுப்பாதையின் அரைப்பேரச்சு  $7.9 \times 10^8$  km ஆகும். எனின் அதன் வளைவுந்தத்தினை SI அலகுகளில் தருக (Joule-seconds).
- $9.0 \times 10^{42}$
  - $2.6 \times 10^{47}$
  - $1.6 \times 10^{55}$
  - $2.0 \times 10^{43}$
  - $2.5 \times 10^{35}$

06. ஓர் கோள் வான்புகையுருவின் மையப்பகுதியில் அமைந்துள்ள பொருள் மற்றும் அப்பொருள் அடையக்கூடிய மிகப்பெரியத் திணிவு யாது?
- வெண் குறுமீன் , 1.4 சூரியத்திணிவுகள்
  - வெண் குறுமீன் , 3.0 சூரியத்திணிவுகள்
  - நியூத்திரன் விண்மீன் (Neutron Star), 1.4 சூரியத்திணிவுகள்
  - நியூத்திரன் விண்மீன் (Neutron Star), 3.0 சூரியத்திணிவுகள்
  - ஞாயிற்றுத்தொகுதி, 3.0 சூரியத்திணிவுகள்
07. சிறுகோள் வலயத்தில் காணப்படும் “Kirkwood Gaps” எனும் பகுதி உறுவாகக் காரணமாய் அமைவது யாது?
- செவ்வாய்
  - வியாழன்
  - சனி
  - யுரேனசு
  - சூரியக்காற்று
08. பூமியை போன்று 2 மடங்கு திணிவையும் 1/3 மடங்கு ஆரத்தையும் கொண்ட ஓர் கோளின் விடுபடு திசைவேகத்தை கணக்கிடுக.
- 9.2 km/s
  - 11.2 km/s
  - 13.7 km/s
  - 21.2 km/s
  - 27.4 km/s
09. செவ்வாயின் மேற்பரப்பில் காணப்படும் 2300km விட்டத்தைக் கொண்ட Hellas Planitia எனும் கிண்ணக்குழி தொலைநோக்கியினூடாக (550 nm அலை நீளம் கொண்ட ஒளி வடிகட்டியினை பயன்படுத்தி) உற்றுநோக்கப்படுகின்றது. அப்பொழுது செவ்வாய் பூமியிலிருந்து 54.6 million km தூரத்தில் அமைந்திருக்குமெனில் அக்கிண்ணக்குழியை நன்கு அவதானிக்க தொலைநோக்கியில் இருக்க வேண்டிய குறைந்த விட்டம் யாது?
- 34.8 mm
  - 26.1 mm
  - 15.9 mm
  - 10.6 mm
  - 7.7 mm
10. பெறப்பட்ட ஓர் பால்வெளியின் நிறமாலையை அவதானித்த போது அதன் சிவப்புப் பெயர்ச்சி (z) 1 ஆக அமைந்தது. (அலை நீளம் 656nm) எனின் அதிலுள்ள H ஆல்பா காணப்படும் அலைநீளம் யாது?
- 32.6 nm
  - 326 nm
  - 656 nm
  - 1312 nm
  - 6563 nm
11. கீழ்காணப்படும் மெசியர் பொருட்களில் , அதன் வகை மற்றும் நட்சத்திரத் தொகுதி தவறாக குறிப்பிடப்பட்டுள்ள பொருள் யாது?
- M4, கோளவுருவான தொகுதி, ஸ்கோர்பியன் (விருச்சிகம்)
  - M27, சுருள் வடிவான பால்வெளி, சகிட்டாரியஸ்(தனுசு)
  - M42, வெளிவீச்சு வான்புகையுரு, ஓரியன் (மிருகசீரிடம்)
  - M57, கோள்சார் வான்புகையுரு, லிரா (துலாம்)

- e. M87, நீள்வட்ட வடிவான பால்வெளி, வர்கோ (கன்னி)
12. Halley's comet எனும் பிரபல்யமான வால் நட்சத்திரம் 1986 ம் வருடம் இரவு வானில் தோன்றியது. அவ் வால் நட்சத்திரத்தின் சுற்றுப்பாதையின் அரைப்பேரச்சு 17.8 AU எனின் அவ் வால் நட்சத்திரதம் மீண்டும் எப்பொழுது தோன்றும்?
- 2023
  - 2061
  - 2064
  - 2093
  - 2065

13. ஓர் நட்சத்திரத்தின் Eddington எல்லையினை கீழ்கானும் சமன்பாடினூடாக பெற்றுக்கொள்ள முடியும்.

$$L_{Edd} = \frac{4\pi G m_p C}{\sigma_T}$$

இச்சமன்பாட்டில் காணப்படும் சொற்களுக்கு பொதுவான அர்த்தம் உள்ளது.

Crab துடிப்பு விண்மீனின் திணிவு  $1.4M_0$  மற்றும் அது பூமியிலிருந்து 2200pc தொலைவில் அமைந்துள்ளது. ஓர் புரோட்டானின் திணிவு  $1.67 \times 10^{-27}$  kg மற்றும்  $\sigma_T = 6.65 \times 10^{-29}$  m<sup>2</sup> ஆகும். புவியிலிருந்து Crab துடிப்பு விண்மீனினை அதன் உச்ச ஒளிதிறனில் ஓர் பார்வையாளர் அவதானிப்பார் எனின் அவர் அவதானிக்கும் அதன் ஒளிர்வு (கற்றை அடர்வு அல்லது அடர்த்தி) யாது?

- $3 \times 10^{-5}$  Wm<sup>-2</sup>
  - $3 \times 10^{-10}$  Wm<sup>-2</sup>
  - $3 \times 10^{-15}$  Wm<sup>-2</sup>
  - $3 \times 10^{-20}$  Wm<sup>-2</sup>
  - $1.5 \times 10^{-5}$  Wm<sup>-2</sup>
14. Crab வான்புகையருவின் 100 MeV கொண்ட சூடான சுடர்வட்டுக்கள் (Hot flares) FERMI வின்வெளி தொலைநோக்கியினூடாக அவதானிக்கப்பட்டது. எனின் இவ் அவதானிப்பிற்காக தொலைநோக்கியில் பயன்படுத்தப்பட்ட அலைநீளம் யாது?
- $5.00 \times 10^{-12}$  m
  - $5.00 \times 10^{-14}$  m
  - $2.00 \times 10^{-12}$  m
  - $1.24 \times 10^{-12}$  m
  - $1.24 \times 10^{-14}$  m

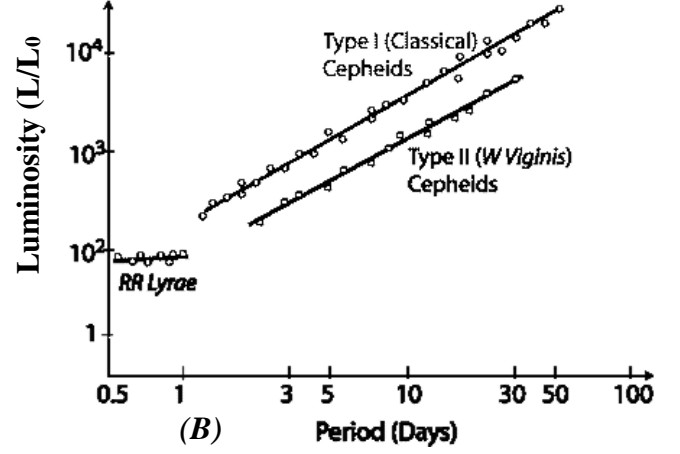
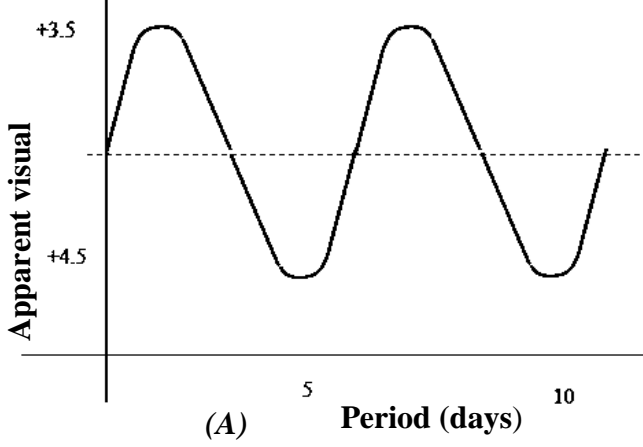
15. கோளவுருவான ஓர் விண்மீன் தொகுதியின் விட்டம் 2 pc ஆகும். அதில் மொத்தமாக  $10^7$  நட்சத்திரங்கள் உள்ளன. இத்தொகுதியிலுள்ள நட்சத்திரங்களை தனித்தனியாக அவதானிக்க 2.4m இடைக்கண் (aperture) கொண்ட Hubble வின்வெளி தொலைநோக்கி பயன்படுத்தப்படுமெனின் அது அமைந்திருக்க வேண்டிய தூர எல்லை யாது?

(விண்மீன் தொகுதியிலுள்ள அனைத்து நட்சத்திரங்களும் ஒரே தளத்திலும்; ( $i = 90^\circ$ ) சமமான தொலைவில் பிரிந்தும் காணப்படும் எனக் கருதவும்) வெள்ளொளியின் சராசரி அலைநீளம் 5000Å ஆகும்.

- 2 pc
- 20 pc
- 200 pc

- d. 2000 pc
- e. 20 000 pc

16. உரு (A) யில் வகை 1 சார்ந்த செபீட் நிலையலற்ற நட்சத்திரத்தின் (Cepheid variable star) ஒளி வளைவு காணப்படுகின்றது. சூரியனின் தனிப்பருமன்  $M = 5.0$  எனின் உரு (A) யிலுள்ள ஒளி வளைவு மூலம் விவரிக்கப்படும் செபீட் நிலையலற்ற நட்சத்திரத்திற்குள்ள தொலைவு யாது? உரு (B) யில் செபீட் நிலையலற்ற நட்சத்திரத்தின் ஒளிர்ந்திறன் மற்றும் கால அளவு இடையிலுள்ள தொடர்பினை விளக்கும் வரைப்படம் காணப்படுகின்றது.



- a. 2 pc
- b. 20 pc
- c. 200 pc
- d. 2000 pc
- e. கணிப்பிட போதுமான தரவுகள் இல்லை.

17. Zubeneschamali ( $\beta$  Librae) என்பது  $B_8V$  வகையை சார்ந்த ஓர் நட்சத்திரமாகும். அதன் ஒளித்திறன்  $130 L_0$  மற்றும் தோற்றப்பருமன்  $V = 2.6$  ஆகும். அந்நட்சத்திரத்திற்குள்ள தூரம் யாது? ( $1 \text{ pc} = 206265 \text{ Au}$  மற்றும் சூரியனின் தோற்றப்பருமன் (Visual magnitude)  $-26.7$  ஆகும்.)

- a. 10 pc
- b. 20 pc
- c. 30 pc
- d. 40 pc
- e. 200 pc

18. புவியிலிருந்து  $15$  பில்லியன் ஒளி ஆண்டுகள் தொலைவில் அமைந்துள்ள ஓர் பழமையான ஐதரசன் வாயு புகைமேகத்தின் இயல்பான விட்டம்  $1.00 \times 10^5$  ஒளி ஆண்டுகள் ஆகும். அப்புகைமேகம் அண்ட நுண்ணலை பின்புலக் கதிர்வீச்சு (CMBR) வான் வரைபடத்தில்  $1.34 \times 10^{-5} \text{ rad}$  அளவிலான ஓர் ஒளிமிக்க வெப்பப்புள்ளியை உருவாக்கும். இவ்வதானிப்பிற்கிணங்க பிரபஞ்சத்தின் வான்வெளி வளைவு ( $u$ ) மற்றும் திசைவேகக்குறை கூறளவு ( $q$ ) தொடர்பான சரியான கூற்று யாது? (இருள் சக்தியின் அடர்த்தி கூறளவு ஓர் காலம் சார்பிலா மாறிலி எனக் கருதவும்)

	Space curvature வான்வெளி வளைவு (u)	Deceleration parameter திசைவேகக்குறை கூறளவு (q)
a	0	$q = 1/2$
b	+	$q > 1/2$
c	+	$q < 1/2$
d	-	$q < 1/2$
e	-	$q = 1/2$

19. தற்போதைய பிரபஞ்சத்தினுடைய இருள் சக்தியின் அவதி அடர்த்தி  $1.0 \times 10^{-26} \text{ kgm}^{-3}$  மற்றும் அடர்த்தி கூறளவு ( $\Omega_\Lambda$ ) = 0.7 ஆகும். பிரபஞ்சத்தின் பதார்த்த அடர்த்தியுடன் ஒப்பிடுகையில் கதிர்வீச்சு அடர்த்தி தவிர்க்கத்தக்கதாயின் பிரபஞ்சத்தின் திசைவேகக்குறை கூறளவு (q) யாது? பிரபஞ்சத்தின் பதார்த்த அடர்த்தியினை கீழ்க்காணும் சமன்பாட்டின் மூலம் பெறமுடியும்.

$$\rho_m = \frac{3H_0^2 q}{4\pi G}$$

- 0.05
- 0.01
- 0.14
- 0.27
- 0.30

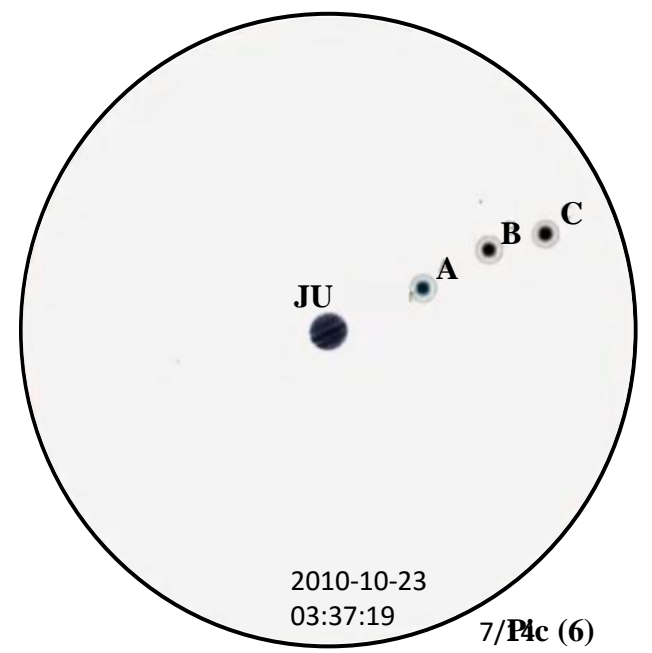
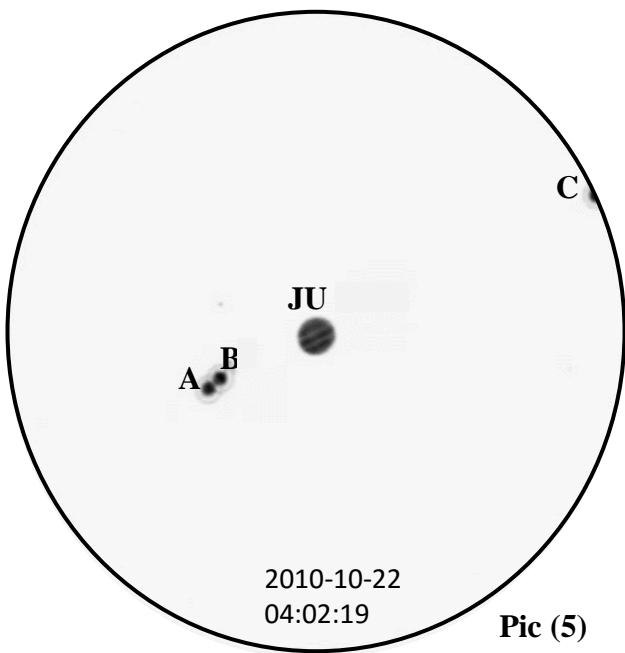
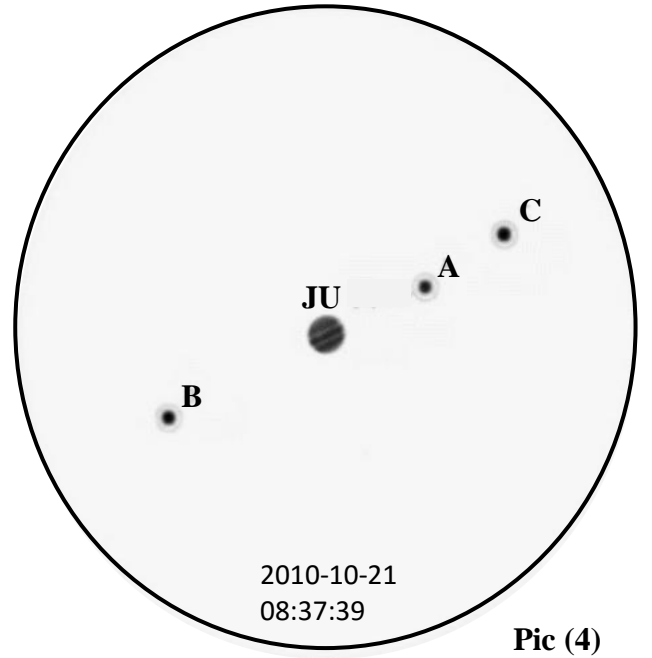
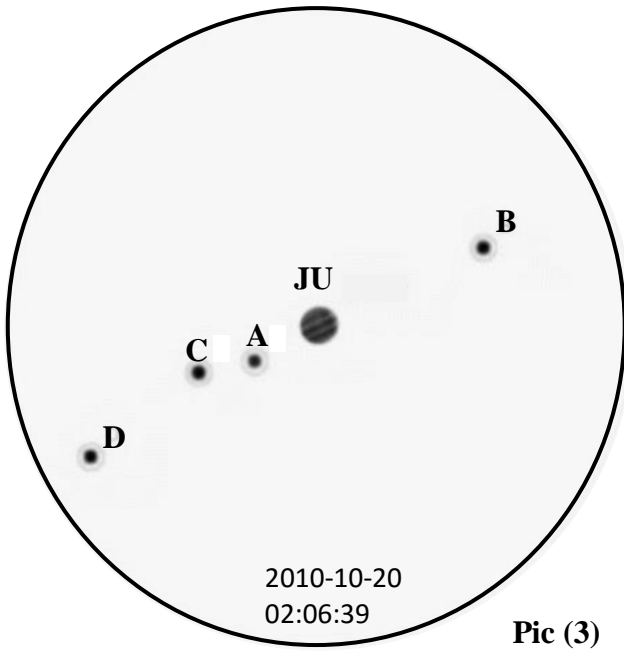
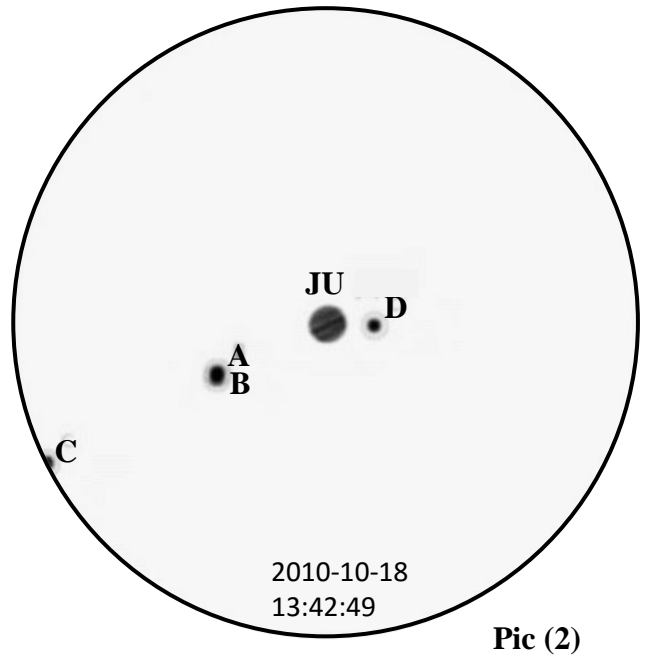
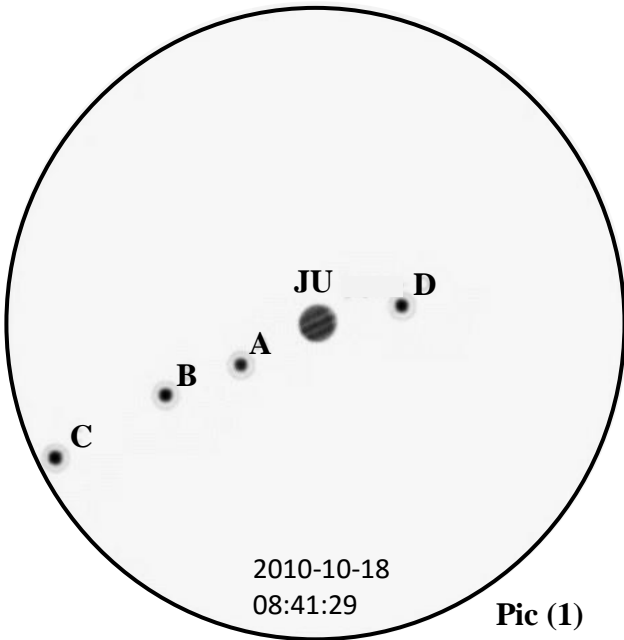
20. அண்டவியல் சிவப்புப் பெயர்ச்சி  $z = 1.5$  ஆகும் ஓர் பால்வெளி மண்டலம், நாம் இன்று காணும் ஒளித்துகள்களை (light photons) வெளியிட்ட போது/வெளியிட்ட காலத்தில் அதன் அண்ட அளவிடைக் காரணி யாது? (தற்போதைய அண்ட அளவிடைக் காரணி 1.0 எனக் கருதவும் )

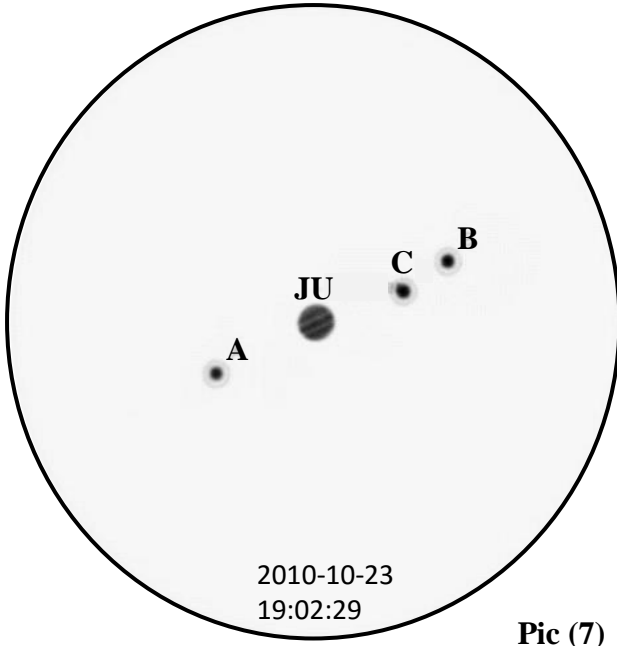
- 0.1
- 0.4
- 0.6
- 2.5
- 10

## பகுதி B

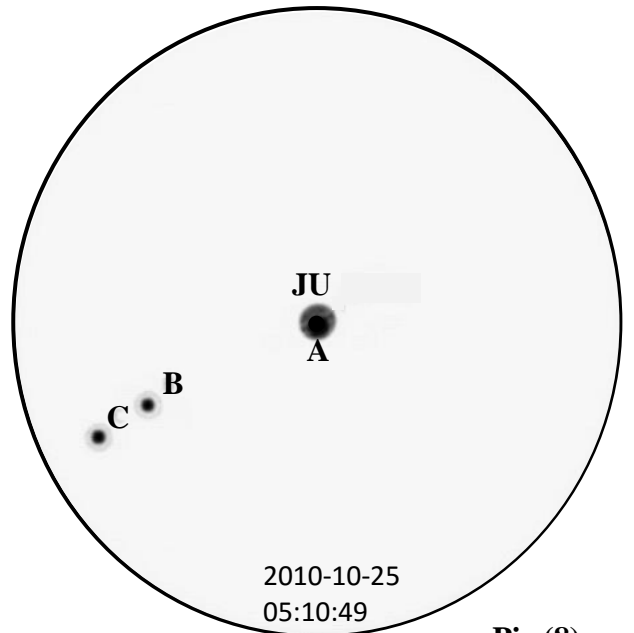
21. புவிசார் அசையா சுற்றுப்பாதையில் வலம் வரும் ஓர் விண்வெளி சோதனைக்கூடத்தில் அமைந்துள்ள Celestron C 1400 தொலைநோக்கியுடன் [14" (356 mm) இடைக்கண் மற்றும் f/11 ] ஓர் புதிய SBIG ST-8300M ஒரு வண்ண CCD புகைப்படக்கருவி (camera) இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இப் புகைப்படக்கருவி மூலம் எடுக்கப்படும் புகைப்படங்களின் திறனான காட்சிப்புலத்தினை அளவிட ஓர் பரிசோதனை உருவாக்கப்பட்டது. இப்புகைப்படக்கருவி 5X Barlow ஒளி வில்லை மூலமாக தொலைநோக்கியுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இச்செயல்பாட்டிற்காக கல்லியன் செயற்கைக்கோள்களின் (Galilean satellites) சுற்றுப்பாதை அசைவுகள் பயன்படுத்தப்பட்டது. 2010/10/18 முதல் 2010/10/25 வரை இப்புகைப்படக்கருவியால் எடுக்கப்பட்ட 4800 புகைப்படங்களிலிருந்து தெரிந்தெடுத்து திருத்தியமைக்கப்பட்ட 10 புகைப்படங்கள் (படம் 1-10) கீழே தரப்பட்டுள்ளன.

- பெறப்பட்ட 4800 புகைப்படங்களை ஆராய்கையில், **D** யை தவிர்த்த ஏனைய கல்லியன் செயற்கைக்கோள்களால் தொலைநோக்கியின் காட்சிப்புலத்திலிருந்து முழுதாக இடம்பெயர்/நகர முடியவில்லை என அறியப்பட்டது.

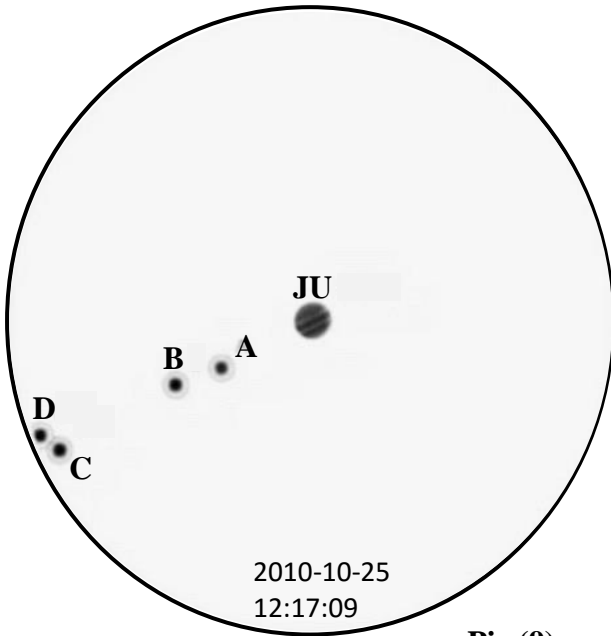




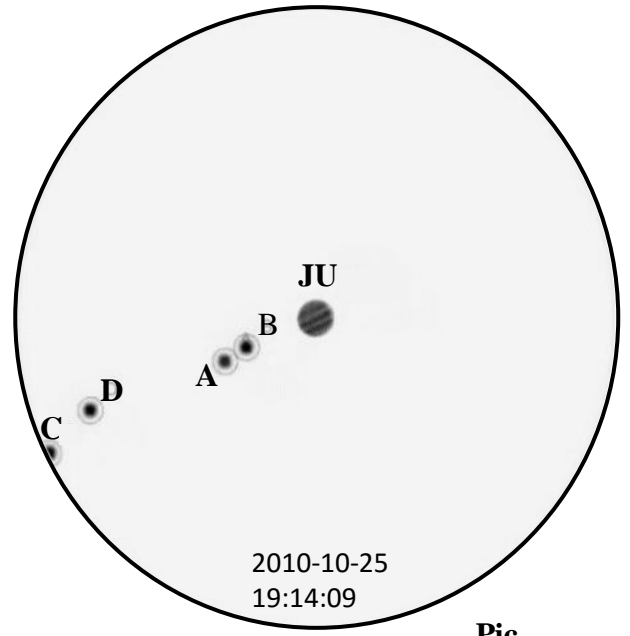
**Pic (7)**



**Pic (8)**



**Pic (9)**



**Pic**

(A)

1. இப்புக்கைப்படங்களில் காணப்படும் A,B,C,D என குறியிடப்பட்ட கலீலியன் செயற்கைக்கோள்களின் நன்றாக ஆராய்ந்து அடையாளம் காண்க.
  2. இப்புக்கைப்படங்களின்படி, தொலைநோக்கியுடன் இணைக்கப்பட்ட CCD புகைப்படக்கருவி மூலம் எடுக்கப்பட்ட புகைப்படங்களின் காட்சிப்புலத்தினை, ஓர் கலீலியன் செயற்கைக்கோளின் சுற்றுப்பாதை அசைவுகள் மூலமாக அளவிட முடியும். அச் செயற்கைக்கோள் (satellite) யாது?
  3. இக்கால கட்டத்தில் பூமியிலிருந்து வியாழனுக்குள்ள சராசரி தொலைவு  $6.12 \times 10^8$  km எனின், தொலைநோக்கியுடன் இணைக்கப்பட்ட CCD புகைப்படக்கருவி மூலம் எடுக்கப்பட்ட புகைப்படங்களின் காட்சிப்புலத்தினை, நீர் A) 2 ல் குறிப்பிட்ட கலீலியன் செயற்கைக்கோளின் (satellite) சுற்றுப்பாதை அசைவினை பயன்படுத்தி கணக்கிடுக.
- வியாழனிலிருந்து கலீலியன் செயற்கைக்கோள்களுக்கு உள்ள தொலைவு அட்டவணை 1ல் தரப்பட்டுள்ளது.

கலீலியன் செயற்கைக்கோள் Galilean Satellite	வியாழனிலிருந்து உள்ள தொலைவு (km) Average distance from Jupiter
அயோ (Io)	$4.21 \times 10^5$
யூரோபா (Europa)	$6.70 \times 10^5$
கனிமிட் (Ganymede)	$1.07 \times 10^6$
கலிஸ்டோ (Calisto)	$1.88 \times 10^6$

Table 1 (அட்டவணை 1)

(B)

1. படம் (8) ல் காட்சியாக்கப்பட்டுள்ள முக்கியமான வானியல் நிகழ்வு யாது?
2. ஓர் விஞ்ஞானி நீர் A)2ல் குறிப்பிட்ட கலீலியன் செயற்கைக்கோளின் மெய்யான விட்டத்தினை கண்டுபிடிக்க நினைத்தார். அவர் “CCDOps” எனும் மென்பொருளினை உபயோகித்து அச்செயற்கைக்கோளின் விட்டத்தினூடாக காணப்படும் படமூலங்களினை/பிக்செல்களை கணக்கிட்டார். படம் (8) ல் உள்ள அக்கலீலியன் செயற்கைக்கோளின் விட்டத்தினூடாக 31 பிக்செல்கள் இருந்தது.

SBIG ST-8300M CCD புகைப்படக்கருவியின் தொழில்நுட்ப விவரக்கூற்றை பயன்படுத்தி அக்கலீலியன் செயற்கைக்கோளின் மெய்யான விட்டத்தினை கணக்கிடவும்.

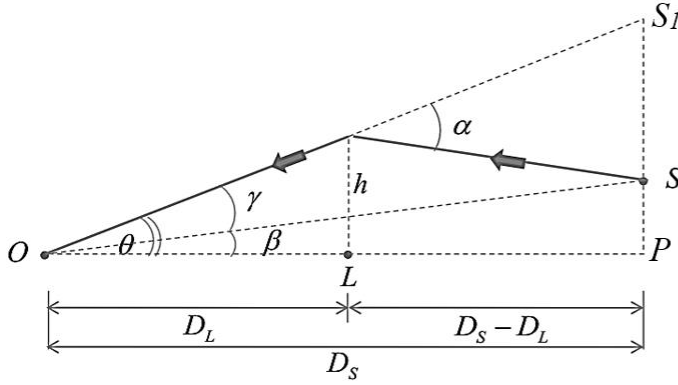
**SBIG ST-8300M (Monochromatic CCD  
Camera)**

CCD Chip = Truesense KAF-8300  
Pixel array = 3326 x 2504  
Chip size = 17.96 x 13.52 mm  
Pixel size = 5.4  $\mu$ m

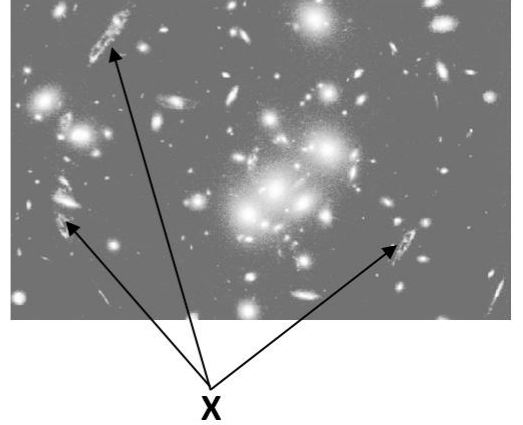
**அனுமானங்கள் :-**

- அக்கலீலியன் செயற்கைக்கோள் ஓர் சமச்சீரான கோள வடிவத்தில் காணப்படுவதோடு ஒரே(சமமான) மத்தியக்கோட்டு மற்றும் முனைவு விட்டங்களை கொண்டுள்ளது.
- புவியிலிருந்து செயற்கைக்கோளிற்குள்ள தொலைவு புவியிலிருந்து வியாழனிக்கு உள்ள தொலைவிற்கு சமமாகும்.

22.



உரு(1)



உரு(2)

இவ்விணாவின் உரு(2) ல் காணப்படுவது, ஈர்ப்புக்குரிய வில்லையாக செயல்படும் , மீனம் நட்சத்திரத் தொகுதியில் அமைந்துள்ள CL0024+1654 எனும் விண்மீன் தொகுதியின் புகைப்படமாகும். அதன் சிவப்புப் பெயர்ச்சி(z) 0.39 ஆகும். அப்புகைப்படத்தில் X என குறியிடப்பட்டுள்ள விண்வெளி மண்டலத்துடன் (கதிர்ச்சிதைவு உருவம் போல் தோன்றும்) உள்ள தொலைவு 2543.2 Mpc ஆகும்.

இவ்விணாவின் உரு(1) ல் காணப்படுவது, M எனும் திணிவுடைய, சமச்சீரான கோள வடிவம் கொண்ட,  $\alpha$  விலக்கு கோணத்தில் ஒளிக்கதிர்களை வளைக்கும் ஓர் புள்ளி ஈர்ப்பு வில்லையாகும். அவ்வில்லையின் திணிவு மற்றும் ஈர்ப்புக்குரிய விலக்கு கோணத்தின் இடையே உள்ள தொடர்பு இவ்வாறானதாகும், ( $\alpha$  என்பது மிகச்சிறிய கோணமாகக் கருதவும்)

$$\alpha = \frac{4GM}{hc^2}$$

உரு(2) ல்,

**O** = பார்வையாளர்

**S** = மூலம்

**S1** = Sன் ஈர்ப்புக்குறிய கதிர்ச்சிதைவு உருவம்

**L** = புள்ளி ஈர்ப்பு வில்லை

**h** = மோதுகைச்சாராமாறி (வில்லையின் திணிவு **M** மற்றும் வில்லையின் தளத்திலிருந்து விலகா ஒளிக்கதிரின் சந்திப்புப்புள்ளி இடையே உள்ள தொலைவு )

- இவ்விணாவில் காணப்படும்  $\alpha, \beta, \gamma$  மிகச்சிறிய கோணங்களாகும். அதனால்  $\tan \theta \approx \theta$

1. வில்லை மற்றும் பார்வையாளர் நடுவே உள்ள நேர்கோட்டினைச் சார்ந்து, S1 உருவத்தின் கோண வடிவ நிலை ( $\theta$ ) வினை பெற்றுத்தரும் கீழ்கானும் சமன்பாட்டினை பெறுக.

$$\theta^2 = \left( \frac{4GM(D_S - D_L)}{C^2 D_S D_L} \right) + \beta\theta$$

2. ஈர்ப்பு வில்லை(L) , மூலம் (S) மற்றும் பார்வையாளர் (O) ஆகிய 3ம் ஓர் நேர்கோட்டினூடாக ( $\beta=0$ ) ஒன்றோடொன்று சீராக ஒழுங்கு செய்யப்பட்டுள்ளது. அது ஐன்ஸ்டைன் வளையம் என்றழைக்கப்படும் வளையம் போன்ற உருவத்தை உருவாக்கும். 1ல் காணப்படும் சமன்பாட்டை பயன்படுத்தி ஐன்ஸ்டைன் வளையத்தின் (ஐன்ஸ்டைன் ஆரை =  $\theta_E$  ) கோண ஆரைக்கான சமன்பாட்டினை பெறுக.
3. CL0024+1654 இன் ஐன்ஸ்டைன் ஆரை ( $\theta_E$ ) =  $2.75 \times 10^{-4}$  rad என அளவிடப்பட்டது. ஒளி அலை நீளத்தினை பயன்படுத்தப்படுத்தி 2.4m இடைக்கண் (aperture) கொண்ட Hubble வின்வெளி தொலைநோக்கியை கொண்டு இவ் வளையத்தினை உருதியாக ஆராய முடியுமா?
4. மேலே கானும் தரவுகளை பயன்படுத்தி ஈர்ப்பு வில்லை கொண்ட CL0024+1654 விண்மீன் தொகுதியின் திணிவை காண்க.
5. ஒளி அளவியல் அவதானிப்புக்கள் மூலம் அவ்விண்மீன் தொகுதியின் திணிவு  $2 \times 10^9 M_0$  என அறியப்பட்டது. இவ்விரு பெறுமானங்களின் வேறுபாட்டிற்கு காரணம் யாது? ( சூரியனின் திணிவு =  $2 \times 10^{30}$  kg)
23. நீர் உமது வேற்று கிரக வாசி நண்பரின் அழைப்பிற்கினங்க, பூமி போன்ற ஓர் கிரகத்தில் உமது விடுமுறையை கழிக்கின்றீர். அங்கு உமக்கு கிடைத்த சில அவதானிப்புக்கள் சில.  
ய. அக்கிரகத்தின் ஓர் நாள் அதன் வருடத்தை விட மிகக்குறைவானது. நீர் தங்கியிருக்கும் பகுதி(A) அக்கிரகத்தின் வட அரைக்கோளத்தில் அமைந்துள்ளது.  
டி. அக்கிரகத்தின் (A) யின் உச்சநிலையிலிருந்து அதன் சூரியன் ( தாய் நட்சத்திரம்) தோன்றும் மிகக்குறைந்த கோணம்  $10^0$  ஆகும். குறிப்பிட்ட நாளில் சூரியன் உச்சநெடுங்கோட்டில் மற்றும் உச்சநிலையிலிருந்து தென்புறமாகவும் அமைந்துள்ளது.  
உ. அக்கிரகத்தின் (A) யின் உச்சநிலை மற்றும் உச்சநெடுங்கோட்டை கடக்கும் அதன் சூரியன் இடையே தோன்றும் மிகப்பெரிய கோணம்  $90^0$  ஆகும். குறிப்பிட்ட நாளில் சூரியன் உச்சநெடுங்கோட்டில் மற்றும் உச்சநிலையிலிருந்து தென்புறமாகவும் அமைந்துள்ளது. இவை ஓர் ஆண்டில் இக்கிரகத்தில் ஏற்படக்கூடிய உச்சகட்ட சம்பவங்களாகும்.

1. இவ் அவதானிப்புக்களின் படி,
  - i. அக்கிரகத்தில் (A) யின் அகலாங்கு
  - ii. அக்கிரகத்தின் அச்ச சரிதலைக் காண்க.
2. உமது வேற்று கிரக வாசி நண்பரின் இல்லம் ஓரே அகலாங்கில் ஆனால் (A) யிலிருந்து

1000 km தென்புறமாக அமைந்துள்ளது. அவ்விடம் (B) ஆகும். ஒவ்வொரு வருடத்திலும் ஒரு நாள் சூரியன் (A) யின் உச்சநெடுங்கோட்டில் மற்றும் (A) யின் உச்சநிலையிலிருந்து மிகக்குறைந்த கோண வேறுபாட்டில் அமைந்துள்ளபோது கோடைச் சூரியகணநிலைநேரம் நேரடியாக (B) யின் மேல் தோன்றும். அக்கிரகத்தின் ஆரையினை காண்க.

3. ஓர் நிறமாலைக்கருவி மூலம் அந்நட்சத்திரம் K வகை குறுவிண்மீனாகக் உருதிப்படுத்தப்பட்டது. இக்கிரகத்தில் ஓர் ஆண்டின் நீளம் 31 புவி நாட்கள் எனின் இதன் சுற்றுப்பாதையின் அரைப்பேரச்சினைக் கணக்கிடுக.  
(k வகையைச் சேர்ந்த குள்ள நட்சத்திரத்தின் சராசரித் திணிவு, சூரியனின் திணிவின் 0.6 மடங்காகும்)

4. K வகை குறுவிண்மீனின் ஒளித்திறன்  $0.1 L_0$  ஆகும். இக்கிரகத்தின் ஒளி திருப்பும் திறன்  $0.30$  ஆனதோடு அது புவியின் சராசரி ஒளி திருப்பும் திறனாகும். இங்கு பசுமைக்குடில் விளைவு இல்லை என அனுமானித்து இக்கிரகத்தின் மேற்பரப்பு வெப்பத்தினை கணக்கிடுக. ( சூரியனின் (நம் சூரியத்தொகுதியிலுள்ள) ஒளிர்ந்திறன்  $3.85 \times 10^{26} \text{ W}$ , Stefan-Boltzmann மாறிலி  $= 5.67 \times 10^{-8} \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-4}$  )

5. (A) யானது இக்கிரகத்தின் கடல் மட்டத்திலிருந்து 6000 m உயர்விலுள்ள ஓர் மலையின் உச்சியில் அமைந்துள்ளது. அடிவானத்தில் நட்சத்திரத்தின் வளிமண்டலமுறிவு  $24'$  ஆகும். ஓர் நட்சத்திரம் (A) யிலிருந்து ஓரத்தில் சுற்றுத் துருவமாக தென்பட தேவையான மிகக்குறைந்த காந்தவிலக்கம் யாது?  
(இக்கிரகம் ஓர் சமச்சீரான கோளமெனக்கருதவும்)

24. எந்த ஓர் கோள வடிவப் பொருளும் தன் சுழலச்சினை சுற்றி மிக வேகமாக சுழலும் போது அதன் அதிகபட்ச முறிவு வேகத்தினை அடையும். இது ஏற்படக் காரணம், நில நடுக்கோடு மீதுள்ள மைய நோக்கு முடுக்கம் மற்றும் ஈர்ப்பு முடுக்கம் சமன் ஆவதாகும். (அல்லது அசைவு அல்லது சுழலும் நிலையிலுள்ள ஓர் பார்வையாளரின் நோக்குநிலையின் படி ஈர்ப்பினால் ஏற்படும் முடுக்கத்தினைவிட மையநீக்க முடுக்கம் அதிகரிக்கும் போது). இது அடக்கமான உடு எச்சங்களின் சுழல் வேகத்தினை அறிய உதவும் பௌதீக கோட்பாடாகும்.

எவ்வித நட்சத்திரத்திற்கும் இக்கோட்பாட்டினூடாக பெறக்கூடிய அதிகபட்ச சுழல் வேகம்  $v = \sqrt{\frac{GM}{R}}$  எனக் காணவும்.

எனின்  $1.4M_0$  திணிவையும்  $10 \text{ km}$  ஆரையும் கொண்ட ஓர் நியூத்திரன் நட்சத்திரத்தின் சுழல் வேகத்தினை கணக்கிடவும். நியூத்திரன் நட்சத்திரம் கோள வடிவமானதெனக் கருதவும்.

25. விண்வெளிப் பொருட்களின் திணிவினை நிர்ணயிக்க உதவும் பல அதிநவீன முறைகளை அறிய, மூலத்திணிவினை (கிரகம்/நட்சத்திரம்) சுழலும் பலத் துகள்கல் மூலம் தரவுகள் பெறப்படுகின்றன. இப்பயிற்சியில் கெப்லரின் மூன்றாம் விதி மற்றும் நியூட்டனின் ஈர்ப்பு விதிகள் வியாழன் மற்றும் அதனை சுற்றியுள்ள அனைத்து கலீலியன் செயற்கைக்கோள்களுக்கும் பொருந்துமெனக் கருதப்படுகின்றது. அதேபோல் இது வியாழனின் திணிவினைக் காண உபயோகப்படுத்தப்படும். இதற்காக வியாழனைச் சுற்றி அமைந்துள்ள பிரதான நிலவுகளின் சுற்றுக்காலம் மற்றும் வியாழனுக்குள்ள தொலைவுகள் கீழே தரப்பட்டுள்ளன.

நிலவின் பெயர் Name of moons	சுற்றுக்காலம் (நாட்களில்) P= Orbital period )days(	அரைப்பேரச்சு /வியாழனுக்குள்ள தொலைவு a= Semi major axis) m(
Io (அயோ)	1.77	4.2 x 10 <sup>8</sup>
Europa (யூரோபா)	3.55	6.7 x 10 <sup>8</sup>
Ganymede (கனிமீட்)	7.15	1.1 x 10 <sup>9</sup>
Callisto (கலிஸ்டோ)	16.7	1.9 x 10 <sup>9</sup>

ய. கீழ்காணும் அட்டவனையை பயன்படுத்தி  $\log(P)$  யினை  $\log(a)$  யினை  $\log(P)$  அச்சாகவும்  $\log(a)$  அச்சாகவும் கொண்ட வரைப்படத்தினை வரைக. அனைத்து அச்சுக்களிற்கும் அலகுகளை பயன்படுத்தவும்.

டி. நீர் பெற்ற வரைப்படத்திற்கான சூத்திரத்தினைப் பெறுக.

உ. அவ் வரைப்படத்தின் மூலம் பெறப்பட்ட சாய்வு விகிதம், கீழ்காணப்படும் சமன்பாட்டின் மூலம் கிடைக்கப்படும் சாய்வு விகிதத்தில்  $3/2$  பங்கெனக் காட்டவும்.

$$G(m_1 + m_2) = \frac{4\pi^2 a^3}{P^2}$$

ன. வரைப்படம் மூலம் பெறப்பட்ட சூத்திரத்தின்  $y$  இடைவெட்டினை பயன்படுத்தி வியாழனின் திணிவைக் காண்க.

