

Solusi OSK Astronomi 2017

Tim Olimpiade Astronomi Indonesia

22 Maret 2017



Tim Olimpiade Astronomi Indonesia

Daftar Isi

1	Kata Pengantar	2
2	Kontributor	3
3	Solusi	4

1 Kata Pengantar

Puji syukur patut kita panjatkan kepada Tuhan yang Maha Kuasa karena atas kehendak-Nyalah solusi OSK Astronomi 2017 (versi Toasti) ini bisa kami rampungkan. Solusi ini murni buatan kami dan tidak ada campur tangan dari pembuat sebenarnya, jadi bisa jadi ada kesalahan dan ketidaksesuaian dengan kunci yang valid.

Ucapan selamat kami tebarkan kepada kalian yang berhasil melewati penyeleksian beberapa waktu ke belakang. Beberapa dari kalian (jika ada) adalah calon penyambung semangat kami untuk mengibarkan sang Saka di penjuru dunia, serta menggapai cita-cita kami yang tersangkut untuk menunjukkan jati diri bangsa. Kalian memiliki tanggung jawab opsional untuk menaklukkan dunia dan membawa pulang pengalaman yang terlalu bernilai.

Sementara bagi kalian yang merasa doanya belum menjadi realita, kalian boleh saja bersedih, namun sadarilah bahwa semesta tidak akan menunggu dan menghentikan pengembangannya untuk dirimu, Matahari tidak akan berhenti berkelanana mengitari pusat Bima Sakti, siang dan malam tetap akan silih berganti tanpa menilik yang sedang kamu alami. Satu rencana gagal, timbul ribuan wacana lainnya yang siap disantap. Kegagalan adalah guru terbaik untuk menyadari realita. Tetaplah semangat dan terus bergerak, menebar manfaat. Yakinilah setiap detik dalam hidupmu ada faedahnya.

Cukup basa-basi sok puitisnya, kami cuma mau ngingatin kalau Toasti sedang menjalankan operasi perevisian buku sakti jilid pertama dan wacana pembuatan buku sakti jilid kedua. Doakan kami semoga cepat selesai dalam operasi ini. Kami juga sangat mengharapkan kritik pedas ataupun masukan untuk buku sakti astronomi yang sudah banyak beredar. Kirimkan saja unek-unek, cacian, hadiah ke muhammad.ali.syaifudin@hotmail.com atau line @ali.syaifudin18.

Yup sekian prakata ini. Tak terasa olimpiade astronomi sudah beranjak dewasa. Bayangkan di masa depan, olimpiade ini menjadi salah satu olimpiade yang berjaya, semua hanya bisa terwujud atas partisipasi semua orang, terutama kalian yang akan melaju dalam waktu dekat!

TOASTI

2 Kontributor

Berikut adalah nama - nama yang telah berkontribusi dalam pembuatan solusi OSK versi Toasti ini.

1. Elyada Eben Ezer
2. Rizal Mohamad
3. Rizky Amira
4. Hikari Arif Iman
5. Yunianti Khotimah
6. Restu Ramadhan
7. Jofiandy Leonata Pratama
8. Mardhiawan Tri Susetyono
9. Muhammad Ahdillah Fadlila Daya Jati
10. Dafa Wardana
11. Mochammad Miftahul Fahmi
12. Muhammad Ali Syaifudin
13. Irene Tania
14. Aldi Alfarizi
15. Gunawan Setiawan

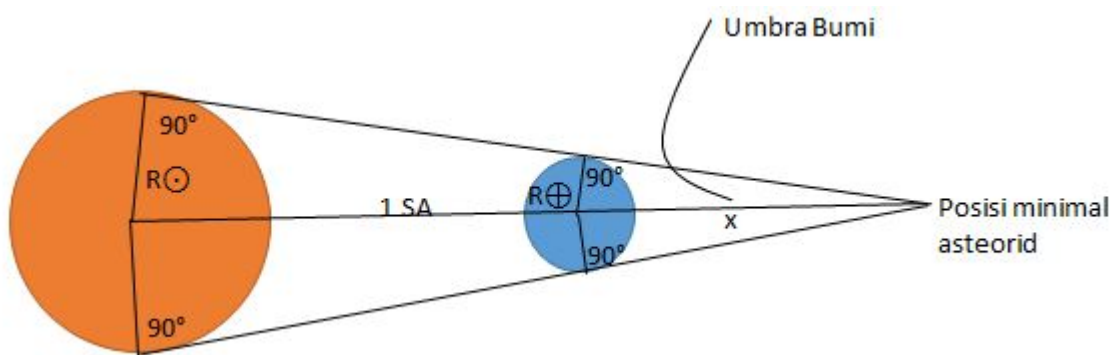
Editor: Muhamad Reyhan Respati

3 Solusi

1. [EEE] Pada suatu saat, posisi Bumi berada di antara Matahari dan sebuah asteroid. Posisi ketiganya membentuk satu garis lurus. Pada saat tersebut, asteroid tidak terkena bayangan umbra Bumi. Jika jarak Bumi–Matahari saat itu adalah 1 sa, maka jarak asteroid tersebut dari Bumi harus lebih besar dari....

- (a) $7,68 \times 10^{-3}$ sa
- (b) $9,25 \times 10^5$ km
- (c) $5,22 \times 10^{-3}$ sa
- (d) $1,38 \times 10^6$ km
- (e) $3,59 \times 10^{-3}$ sa

Jawab: D



Gambar 1: Konfigurasi Matahari-Bumi-Asteroid

Jejari Matahari = R_{\odot}

Jejari Bumi = R_{\oplus}

Panjang umbra Bumi = x

Gunakan kesebangunan segitiga

$$\frac{R_{\oplus}}{x} = \frac{R_{\odot}}{1 SA + x}$$

Dengan menggunakan data pada daftar konstanta, didapat

$$x = 9,248 \times 10^{-3} SA$$

$$x = 1,38 \times 10^6 km$$

2. [RM] Di awal tahun 2012, telah diketahui sekitar 8000 asteroid dekat Bumi yang tersebar merata, terdiri dari 54% tipe Apollo, 37% tipe Amor, 8% tipe Aten, dan 1% jenis lain. Jika dilakukan dua kali pengamatan acak secara berturut-turut, peluang pengamat mendapati 1 asteroid tipe Amor dan 1 asteroid tipe Apollo adalah....

- (a) 0,91
- (b) 0,46
- (c) 0,20

(d) 0,17

(e) 0,09

Jawab: C

Jumlah asteroid Amor = $37\% \times 8000 = 2960$

Jumlah asteroid Apollo = $54\% \times 8000 = 4320$

Peluang pengamat mendapati satu Amor dan satu Apollo berturut - turut adalah

$$\frac{2960}{8000} \times \frac{4320}{7999} = 0,20$$

3. [RA] Sinyal radar berfrekuensi 300 MHz ditembakkan ke permukaan Saturnus (diasumsikan sebagai benda padat) yang memiliki radius 58000 km dan periode rotasi 10 jam 14 menit. Akibat rotasi Saturnus, sinyal radar pantulan yang kembali ke Bumi akan mengalami efek Doppler. Setelah dikoreksi dengan pengaruh gerak pengamat, perbedaan frekuensi pantulan yang diterima dari permukaan Saturnus terhadap frekuensi radar yang ditembakkan adalah....

(a) 19,8 MHz

(b) 19,8 kHz

(c) 9,9 MHz

(d) 9,9 kHz

(e) 9,9 Hz

Jawab: B

Frekuensi yang ditembakkan = $f_s = 300 \text{ MHz}$

Frekuensi yang diterima Saturnus = f_p

Frekuensi pantulan yang diterima Bumi = $f_{p'}$

Dengan data radius Saturnus $R = 58000 \text{ km}$ dan periode rotasi Saturnus $T = 10 \text{ jam } 14 \text{ menit}$, dapat dicari kecepatan rotasi Saturnus di ekuatornya yaitu v .

$$v = \frac{2\pi R}{T}$$

$$v = \frac{2\pi \times 58 \times 10^6 \text{ m}}{36840 \text{ s}}$$

$$v = 9,892 \times 10^3 \text{ m/s}$$

Gunakan efek Doppler untuk kejadian sebelum pantulan

$$\frac{f_s}{c} = \frac{f_p}{c + v}$$

$$f_p = \frac{f_s(c + v)}{c}$$

Gunakan efek Doppler untuk kejadian setelah pantulan

$$\frac{f_p}{c - v} = \frac{f_{p'}}{c}$$

$$f_{p'} = \frac{f_p c}{c - v}$$

$$f_{p'} = \frac{f_s(c+v)c}{c(c-v)}$$

$$f_{p'} = f_s \frac{c+v}{c-v}$$

$$f_{p'} = 300019784,8 \text{ Hz}$$

Jadi, perbedaan frekuensi pantulan yang diterima Bumi $f_{p'}$ terhadap frekuensi yang ditembakkan adalah

$$f_{p'} - f_s = 19,8 \text{ kHz}$$

4. [HAI] Sebuah satelit mengorbit planet Mars. Ketinggian satelit ini diatur sehingga periode orbitnya sama dengan periode rotasi Mars. Ketinggian satelit tersebut dari permukaan Mars adalah....

- (a) 16999 km
- (b) 20392 km
- (c) 27981 km
- (d) 36999 km
- (e) 42959 km

Jawab: A

Satelit tersebut merupakan satelit planetostasioner. Karena lokasinya selalu sama jika dilihat dari permukaan Mars, maka bisa kita simpulkan bahwa kecepatan sudut satelit, $\omega_{satelit}$, sama dengan kecepatan sudut rotasi Mars, ω_{Mars} .

Dari pernyataan tersebut, pada ketinggian tertentu, satelit memiliki gaya sentrifugal dan gaya gravitasi yang nilainya sama namun berlawanan arah.

$$F_{gravitasi} = F_{sentrifugal}$$

$$\frac{GM_{Mars}m_{satelit}}{r^2} = m_{satelit} \omega_{satelit}^2 r$$

$$r = \sqrt[3]{\frac{GM_{Mars}}{\omega_{satelit}^2}}$$

Gunakan data periode rotasi Mars pada daftar konstanta

$$\omega_{satelit} = \omega_{Mars} = \frac{2\pi}{T_{rot,Mars}}$$

$$\omega_{satelit} = 7,088 \times 10^{-5} \text{ rad/s}$$

Substitusikan ke persamaan sebelumnya sehingga didapat

$$r = 20423401,4 \text{ m}$$

$$\text{Ketinggian satelit} = h = r - R_{Mars}$$

$$h = 17026 \text{ km}$$

Jawaban yang paling mendekati adalah 16999 km.

5. [YK] Sebuah misi pendaratan di Mars memiliki tujuan untuk mengambil sampel batuan dengan bantuan dua buah alat. Alat pertama bisa mengambil 2 kg batuan A dan 3 kg batuan B dengan energi 200 J sekali jalan. Alat kedua bisa mengambil 3 kg batuan A dan 1 kg batuan B dengan energi 75 J sekali jalan. Jika roket untuk misi tersebut bisa mengangkut batuan sampai 90 kg batuan A dan 100 kg batuan B, dan energi yang sanggup disediakan untuk kedua alat tersebut adalah 7000 J, maka jumlah batuan terbanyak yang dapat diangkut oleh kedua alat tersebut terdiri dari....

- (a) 90 kg batuan A dan 100 kg batuan B
- (b) 40 kg batuan A dan 60 kg batuan B
- (c) 60 kg batuan A dan 40 kg batuan B
- (d) 90 kg batuan A dan 30 kg batuan B
- (e) 30 kg batuan A dan 90 kg batuan B

Jawab: A

Misalkan:

Banyak penggunaan alat pertama = x

Banyak penggunaan alat kedua = y

Penggunaan kedua alat tersebut harus memenuhi:

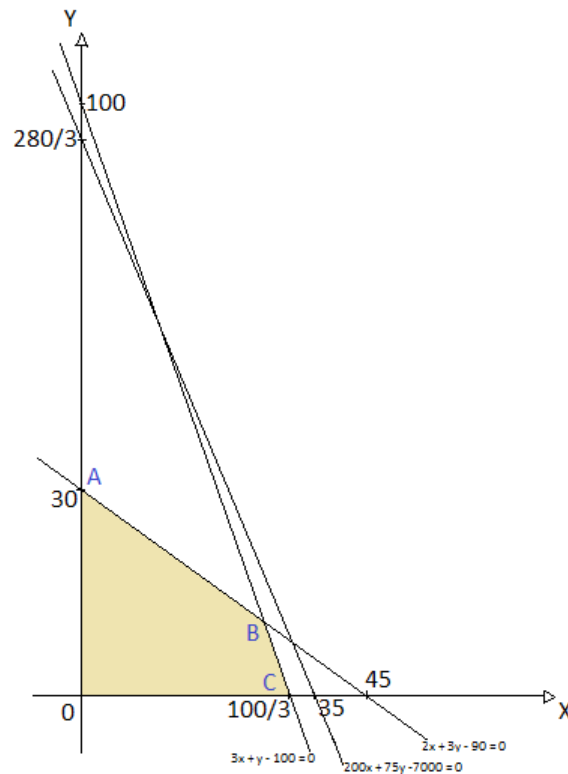
Syarat untuk total batuan A: $2x + 3y \leq 90$

Syarat untuk total batuan B: $3x + y \leq 100$

Syarat untuk total energi: $200x + 75y \leq 7000$

Syarat tambahan: $x \geq 0$ dan $y \geq 0$

Daerah yang memenuhi semua syarat tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2: Daerah yang memenuhi syarat penggunaan alat

Fungsi optimasi agar jumlah batuan yang diangkut maksimum adalah

Untuk batuan A: $f(x, y) = 2x + 3y$

Untuk batuan B: $g(x, y) = 3x + y$

Dapat dilihat dari grafik bahwa ada tiga titik (A, B, dan C) yang memungkinkan membuat fungsi optimasi bernilai maksimum.

Titik	(x,y)	f(x,y)	g(x,y)
A	(0,30)	90	30
B	(30,10)	90	100
C	$(\frac{100}{3}, 0)$	66	100

Tabel 1: Kombinasi nilai fungsi optimasi pada titik - titik uji

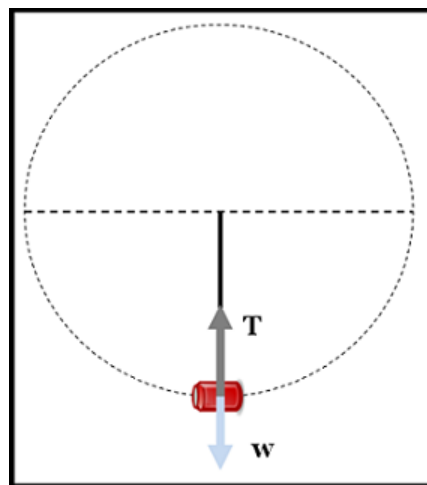
Titik B merupakan perpotongan persamaan $3x + y = 100$ dan $2x + 3y = 90$.

Dapat dilihat pada Tabel 1 bahwa f dan g bernilai maksimum di titik B. Jadi, jumlah batuan terbanyak yang dapat diangkut oleh kedua alat tersebut terdiri dari 90 batuan A dan 100 batuan B.

6. **[RR]** Planet X, dengan radius 3500 km dan massa $2,5 \times 10^{23}$ kg, memiliki sebuah gunung dengan puncak setinggi 300 m dari permukaan planet tersebut. Seorang astronot berada di puncak gunung tersebut sambil memutar bola yang diikat dengan tali secara vertikal. Jika massa bola sebesar 0,6 kg, tali dianggap tak bermassa dengan panjang 1 m, dan tegangan maksimum tali 30 N, maka bola dapat mencapai kecepatan maksimum sebesar....
- (a) $6,32 \text{ m s}^{-2}$
 - (b) $6,54 \text{ m s}^{-2}$
 - (c) $6,97 \text{ m s}^{-2}$
 - (d) $7,28 \text{ m s}^{-2}$
 - (e) $7,54 \text{ m s}^{-2}$

Jawab: C

Kecepatan maksimum bola dicapai ketika bola berada di posisi paling bawah. Di mana diagram gaya pada posisi terbawah adalah sebagai berikut



Resultan kedua gaya tersebut berperan sebagai gaya sentripetal yang menyebabkan benda bergerak melingkar.

$$\begin{aligned}\sum \vec{F} &= m\vec{a}_{sp} \\ T - w &= \frac{mv^2}{l} \\ T - \frac{GMm}{r^2} &= \frac{mv^2}{l} \\ T - \frac{GMm}{(R+h)^2} &= \frac{mv^2}{l}\end{aligned}$$

Sehingga didapatkan

$$\begin{aligned}v &= \sqrt{\frac{l}{m} \left(T - \frac{GMm}{(R+h)^2} \right)} \\ v &= \sqrt{\frac{1}{0,6} \left(30 - \frac{6,67 \times 10^{-11} \times 2,5 \times 10^{23} \times 0,6}{(3500 \times 10^3 + 300)^2} \right)} \\ v &= 6,97 \text{ m/s}\end{aligned}$$

7. [JLP] Sebuah panel surya dengan efisiensi 20% dan luas 10 m^2 terpapar sinar Matahari selama 1 menit. Daya yang dihasilkan panel surya seluruhnya akan digunakan untuk menyalakan beberapa lampu dengan masing - masing lampu memiliki daya 5 W. Jika diasumsikan bahwa foton yang tiba pada panel surya tidak mengalami absorpsi oleh materi di Tata Surya maupun oleh atmosfer Bumi, dan tidak ada daya yang hilang dari panel surya ke lampu, maka jumlah lampu 5 W yang dapat ditenagai oleh panel surya tersebut adalah....

- (a) 33793 lampu
- (b) 135174 lampu
- (c) 55 lampu
- (d) 13793 lampu
- (e) 67587 lampu

Jawab: A

Efisiensi = $\eta = 20\%$

Luas panel = $A = 10 \text{ m}^2$

Waktu paparan = $t = 60 \text{ s}$

Konstanta Matahari = $F = 1370 \text{ W/m}^2$

Jumlah energi yang dapat dimanfaatkan dari panel surya adalah E

$$E = \eta A F t$$

$$E = 164400 \text{ J}$$

Asumsikan setiap lampu 5 W menyala selama 1 detik. Jumlah lampu yang dapat ditenagai adalah N .

$$N = \frac{E}{5 \text{ W} \times 1 \text{ s}}$$

$$N = 32880$$

Pilihan yang paling mendekati adalah 33793 lampu.

8. [MTS] Dua buah bintang sedang diamati kecerlangannya menggunakan CCD. Misalkan kedua bintang itu ialah bintang A dan B. Hasil fotometri menunjukkan bahwa luminositas bintang A 103,4 kali lebih besar dari pada bintang B. Namun jarak bintang A 345 lebih jauh daripada bintang B. Bila magnitudo bintang A sebesar 7 magnitudo, maka rasio perbandingan magnitudo bintang A terhadap bintang B adalah....

- (a) $-7,6$
- (b) $7,6$
- (c) $10,7$
- (d) $-10,7$
- (e) $8,4$

Jawab: D

Fluks energi E , luminositas L , dan jarak bintang d memiliki hubungan

$$E = \frac{L}{4\pi d^2}$$

Sehingga

$$\frac{E_A}{E_B} = \frac{L_A}{L_B} \left(\frac{d_B}{d_A} \right)^2$$

$$\frac{E_A}{E_B} = 103,4 \times \left(\frac{1}{345} \right)^2 = 8,687 \times 10^{-4}$$

Gunakan rumus Pogson

$$m_A - m_B = -2,5 \log \frac{E_A}{E_B}$$

$$7 - m_B = -2,5 \log (8,687 \times 10^{-4})$$

$$m_B = -0,65$$

$$\frac{m_A}{m_B} = -10,7$$

9. [JLP] Sebuah kereta maglev (magnetic levitation train) bermassa 70 ton digunakan untuk transportasi koloni di Mars sepanjang Amazonis Planitia yang terbentang sekitar 1183 km. Jika percepatan gravitasi Mars $g_{Mars} = 3,73 \text{ m s}^{-2}$, arus yang digunakan sebesar 700000 Ampere, maka kuat medan magnet minimum yang diperlukan agar kereta tersebut tetap terapung sepanjang perjalanan adalah....

- (a) $8,23 \times 10^{-5} \text{ T}$
- (b) $4,72 \times 10^{-6} \text{ T}$
- (c) $3,16 \times 10^{-7} \text{ T}$
- (d) $5,35 \times 10^{-8} \text{ T}$
- (e) $7,48 \times 10^{-9} \text{ T}$

Jawab: C

Massa kereta = $m = 7 \times 10^4 \text{ kg}$
 Panjang jalur = $l = 1,183 \times 10^6 \text{ m}$
 Kuat arus = $I = 7 \times 10^5 \text{ A}$

Agar kereta tersebut tetap terapung sepanjang perjalanan, maka besar gaya magnet harus sama dengan besar dengan gaya berat kereta.

$$w = F_{Lorentz}$$

$$mg = IlB \sin \theta$$

Asumsikan arah arus listrik dan kuat medan magnet tegak lurus, sehingga $\sin \theta = 1$.

$$7 \times 10^4 \text{ kg} \times 3,73 \text{ ms}^{-2} = 7 \times 10^5 \text{ A} \times 1,183 \times 10^6 \text{ m} \times B$$

$$B = 3,153 \times 10^{-7} \text{ T} \approx 3,16 \times 10^{-7} \text{ T}$$

10. **[RR]** Suatu eksperimen dilakukan dengan menjemur panel logam seluas 1 m^2 selama waktu tertentu dan mengukur suhu logam sebelum dan sesudah penjemuran. Eksperimen ini dilakukan untuk menghitung fluks Matahari yang sampai ke Bumi. Jika panel logam tersebut bermassa 1 kg dengan kalor jenis logam $0,2 \text{ kal}/(\text{gr } ^\circ\text{C})$ dan suhu awal 30°C , suhu akhir logam setelah dijemur selama 10 detik adalah....

- (a) $14,1^\circ\text{C}$
- (b) $30,2^\circ\text{C}$
- (c) $46,3^\circ\text{C}$
- (d) $52,4^\circ\text{C}$
- (e) $40,5^\circ\text{C}$

Jawab: C

Fluks adalah energi per satuan waktu per satuan luas. Panel logam akan menangkap fluks matahari sebagai energi kalor yang akan menaikkan suhu logam itu sendiri.

Fluks Matahari di permukaan Bumi $= F = 1370 \text{ W}/\text{m}^2$

$$F = \frac{E}{At}$$

E adalah energi atau dalam hal ini kalor. A adalah luas penampang. t adalah waktu penyerapan energi.

$$F = \frac{mc\Delta T}{At}$$

$$\Delta T = \frac{FA t}{mc}$$

Kalor jenis logam $= c = 0,2 \text{ kal}/(\text{gr } ^\circ\text{C})$

$$\Delta T = \frac{1370 \times 1 \times 10}{1 \times 0,2} = 16,36 ^\circ\text{C}$$

Suhu akhir logam T' adalah

$$T' = 30 ^\circ\text{C} + 16,36 ^\circ\text{C} = 46,3 ^\circ\text{C}$$

11. **[MAFDJ]** The diameter of a refractor telescope is 20 cm and its focal ratio is 9.75 . If the telescope is used for observing Antares ($\alpha \text{ Sco}$) with an eyepiece (ocular) with focal length 0.25 dm , then the correct statement(s) is/are

- (1) Image properties are virtual, inverted, and magnified.
- (2) The minimum length of telescope is 197.5 cm .

- (3) The magnification is 78 times.
 (4) Image properties are real, upright, and magnified.

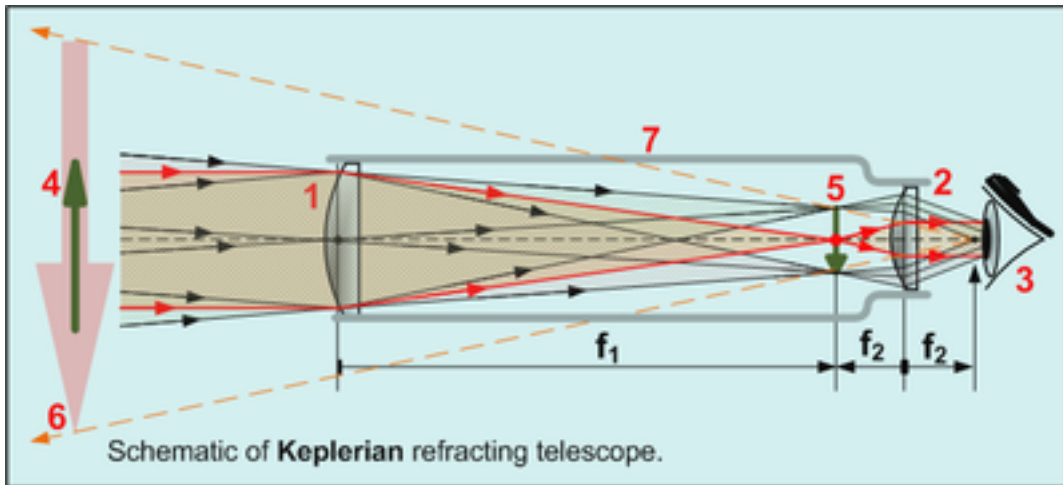
Jawab: A

Diameter teleskop = $D = 20 \text{ cm}$

Nisbah fokal = 9.75

Panjang fokus okuler = $f_{ok} = 2,5 \text{ cm}$

(1) **benar.** Teleskop refraktor pada soal tidak disebut menggunakan *diagonal mirror* sehingga citra yang terbentuk bersifat maya, terbalik, dan diperbesar.



Gambar 3: Pembentukan bayangan pada teleskop refraktor

(2) **benar.** Panjang minimum teleskop (L_{min}) adalah

$$L_{min} = f_{ob} + f_{ok}$$

$$L_{min} = \text{focal ratio} \times D + f_{ok}$$

$$L_{min} = 197,5 \text{ cm}$$

(3) **benar.** Perbesaran teleskop (M) adalah

$$M = \frac{f_{ob}}{f_{ok}}$$

$$M = \frac{\text{focal ratio} \times D}{f_{ok}}$$

$$M = 78 \text{ kali}$$

(4) **salah.** Citra yang dibentuk oleh teleskop refraktor bersifat maya, terbalik, dan diperbesar.

12. [DW] Jupiter memiliki jejari 70000 km dan mengorbit Matahari pada radius 5,2 sa. Dari sebuah asteroid yang berjarak 4,2 sa dari Matahari, seorang pengamat ingin mengamati seluruh permukaan Jupiter yang sedang dalam keadaan oposisi. Jika pengamat tersebut menggunakan refraktor dengan panjang fokus objektif 11 meter dan medan pandang semu *eyepiece* sebesar 45° , maka panjang fokus *eyepiece* yang memadai agar seluruh permukaan Jupiter teramati adalah

- (1) 25 mm
- (2) 20 mm
- (3) 15 mm
- (4) 9 mm

Jawab: A

Agar seluruh permukaan Jupiter dapat teramati maka medan pandang teleskop setidaknya harus sama dengan diameter sudut Jupiter.

$$FoV \geq \alpha_{Jupiter}$$

Diameter sudut Jupiter adalah

$$\alpha_{Jupiter} = \frac{2R_{Jupiter}}{d}$$

dengan d adalah jarak antara pengamat dan Jupiter saat pengamatan dilakukan.

Saat oposisi, jarak antara pengamat dan Jupiter adalah $5,2 - 4,2 = 1 \text{ sa} = 1,496 \times 10^8 \text{ km} = d$

$$\alpha_{Jupiter} = \frac{2 \times 70000}{1,496 \times 10^8} = \frac{7}{7480} \text{ rad}$$

$$\alpha_{Jupiter} = 193'',03$$

(1) benar.

$$FoV_1 = \frac{45^0}{M_1} = \frac{45^0}{\frac{f_{ob}}{f_{ok,1}}} = \frac{45^0}{\frac{11000 \text{ mm}}{25 \text{ mm}}} = 0,102^0$$

$$FoV_1 = 368'',2 \geq \alpha_{Jupiter}$$

(2) benar.

$$FoV_2 = \frac{45^0}{M_2} = \frac{45^0}{\frac{f_{ob}}{f_{ok,2}}} = \frac{45^0}{\frac{11000 \text{ mm}}{20 \text{ mm}}} = 0,082^0$$

$$FoV_2 = 294'',5 \geq \alpha_{Jupiter}$$

(3) benar.

$$FoV_3 = \frac{45^0}{M_3} = \frac{45^0}{\frac{f_{ob}}{f_{ok,3}}} = \frac{45^0}{\frac{11000 \text{ mm}}{15 \text{ mm}}} = 0,061^0$$

$$FoV_3 = 220'',9 \geq \alpha_{Jupiter}$$

(4) salah.

$$FoV_4 = \frac{45^0}{M_4} = \frac{45^0}{\frac{f_{ob}}{f_{ok,4}}} = \frac{45^0}{\frac{11000 \text{ mm}}{9 \text{ mm}}} = 0,037^0$$

$$FoV_4 = 132'',5 \leq \alpha_{Jupiter}$$

13. [DW] Lunar synodic period is longer than its sidereal period.

BECAUSE

Observed from north ecliptic pole, lunar motion around the Earth is in the same direction as Earth's motion around the Sun, i.e. clockwise.

Jawab: C

Pernyataan pertama benar. Periode sinodis bulan adalah 29,53 hari sedangkan periode siderisnya 27,32 hari (K. R. Lang, 2011).

Pernyataan kedua salah. Semua planet di Tata Surya mengorbit Matahari dalam arah prograde atau berlawanan arah jarum jam jika dilihat dari kutub ekliptika utara.

14. [MMF] Nilai sudut jam akan sama untuk pengamat pada bujur yang sama, namun tidak demikian dengan ketinggian objek yang berbeda-beda bagi pengamat di tiap-tiap bujur.

SEBAB

Menentukan nilai sudut jam dihitung ketika objek berada di kulminasi atas dengan nilai 0 jam kemudian menuju ke barat (dengan nilai 6 jam), lalu ke posisi kulminasi bawah (dengan nilai 12 jam) dan kemudian ke arah barat dengan nilai -6 jam.

Jawab: A

Pernyataan pertama benar. Tinjau sistem tata koordinat horizon yang komponen ukurnya adalah azimuth dan altitude (ketinggian). Azimuth merupakan jarak sudut yang dihitung dari titik utara ke titik proyeksi bintang di horizon. Jadi, kita tarik dulu garis tegak lurus antara bintang ke horizon (tanah), lalu kita hitung sudut antara titik utara ke proyeksi bintang tersebut. Altitude adalah jarak sudut horizon dengan bintang. Sayangnya, besar azimuth dan altitude suatu bintang di tiap lokasi pengamatan ternyata berbeda-beda! Hal tersebut terjadi karena lintang dan bujur lokasi pengamatan yang berbeda-beda. Bahkan, tiap detik, azimuth dan altitude bintang berbeda-beda.

Pernyataan kedua benar. Tinjau sistem koordinat ekuatorial, dengan komponennya adalah Hour Angle (sudut jam), asensioekta, dan deklinasi. Hour angle bisa didefinisikan sebagai berapa jam yang lalu suatu bintang berada di kulminasi atas. Ingat bahwa kulminasi atas merupakan posisi paling atas bintang di bola langit, begitu juga kulminasi bawah (posisi terbawah). Karena bintang tampak bergerak dari timur ke barat, maka arah ukur hour angle adalah sesuai arah gerak bintang (ke barat positif, timur negatif). Dibanding tata koordinat horizon, bintang di tata koordinat ekuatorial memiliki nilai asensioekta dan deklinasi yang relatif sama tiap harinya! Bahkan, tidak bergantung dengan lintang pengamat. Khusus hour angle, besarnya bergantung pada bujur pengamat.

Sehari lamanya 24 jam, jadi untuk pengamat di lintang 0 derajat (atau bintang dengan deklinasi 0 di lintang manapun kecuali kutub), bintang di horizon barat memiliki hour angle $+6$ jam, dan -6 jam bila di horizon timur. Jadi, saat mencapai kulminasi bawah, bintang menempuh setengah hari, yaitu 12 jam (hour angle 12 jam).

Jangan bingung arah barat timur! HA arahnya *clockwise* dilihat dari KLU

Video bermanfaat: <https://youtu.be/ftTLMj0fOng> dan <https://youtu.be/iw6UxtyH4so>

15. [HAI] Seorang astronom mengadakan suatu eksperimen identik pada sebuah bandul di Bumi dan Bulan. Ayunan bandul tersebut akan lebih cepat saat diayunkan di Bulan daripada saat diayunkan di Bumi.

SEBAB

Di Bulan tidak ada udara yang menghambat pergerakan bandul.

Jawab: D

Pernyataan pertama salah. Periode ayunan bandul dan percepatan gravitasi memiliki hubungan

$$T \propto \frac{1}{\sqrt{g}}$$

Percepatan gravitasi di permukaan Bulan lebih kecil dibandingkan dengan di permukaan Bumi. Oleh karena itu, periode ayunan bandul akan lebih cepat di permukaan Bumi dibandingkan di permukaan Bulan.

Pernyataan kedua benar. Di Bulan memang tidak ada udara, sehingga tidak ada resistansi udara.

16. [MAS] Comet Halley is a celestial object with retrograde motion around the Sun.

BECAUSE

Comets that have period less than 200 years are likely to come from the Kuiper Belt.

Jawab: B

Pernyataan pertama benar. Ini adalah pengetahuan umum astronomi saja, tidak ada logika dibalik fakta ini.

Pernyataan kedua benar. Gunakan hukum Kepler.

$$a = \sqrt[3]{(200 \text{ tahun})^2} = 34,2 \text{ sa}$$

Sabuk kuiper berada pada jarak sekitar 30 sa sampai dengan 50 sa, jadi kemungkinan memang berasal dari sini.

17. **[IT]** Sebuah sistem keplanetan di luar Tata Surya memiliki sembilan buah planet. Jarak planet-planet tersebut ke bintang induk mengikuti sebuah pola barisan geometri. Jika jarak planet pertama adalah 0,4 sa dan jarak planet kesembilan adalah 102,4 sa, maka jarak planet kelima dari bintang induknya adalah sa.

Jawab: 6,4

Jarak planet ke bintang induk membentuk barisan geometri dengan:

Jarak planet pertama = $U_1 = 0,4 \text{ sa}$

Jarak planet kesembilan = $U_9 = 102,4 \text{ sa}$

Bentuk umum barisan geometri

$$U_n = U_1 r^{n-1}$$

Sehingga

$$U_9 = U_1 r^8$$
$$r^8 = \frac{102,4 \text{ sa}}{0,4 \text{ sa}} = 256$$

$$U_5 = U_1 r^4 = U_1 \sqrt{r^8} = 0,4 \text{ sa} \times \sqrt{256}$$

$$U_5 = 6,4 \text{ sa}$$

18. **[AA]** Suatu *Active Galactic Nuclei* (AGN) memancarkan foton dengan energi sebesar 2 keV. Maka, foton tersebut termasuk ke dalam rentang gelombang elektromagnetik yang bernama

Jawab: Sinar X

Energi dari foton dinyatakan oleh

$$E = \frac{hc}{\lambda}$$

E = energi foton

h = konstanta Planck

c = kecepatan cahaya

λ = panjang gelombang foton

$$E = 2 \text{ keV} = 2 \times 10^3 \text{ eV} \times \frac{1,602 \times 10^{-19} \text{ J}}{1 \text{ eV}} = 3,2 \times 10^{-16} \text{ J}$$

$$\lambda = \frac{6,63 \times 10^{-34} \text{ Js} \times 3 \times 10^8 \text{ m/s}}{3,2 \times 10^{-16} \text{ J}}$$

$$\lambda = 6,2 \times 10^{-10} \text{ m} = 6,2 \text{ \AA}$$

Foton tersebut memiliki panjang gelombang dalam rentang 1 – 100 Å yang merupakan rentang panjang gelombang sinar X.

19. [YK] Jika periode orbit sideris Saturnus adalah 29,5 tahun, maka periode sinodis Saturnus dilihat dari Bumi adalah tahun

Jawab: 1,035

Periode orbit sideris Saturnus = $P_{Saturnus} = 29,5 \text{ tahun}$

Periode orbit sideris Bumi = $P_{\oplus} = 1 \text{ tahun}$

Periode sinodis Saturnus = $P_{sinodis}$

Arah orbit Bumi searah dengan arah orbit Saturnus sehingga berlaku

$$\frac{1}{P_{sinodis}} = \frac{1}{P_{Saturnus}} - \frac{1}{P_{\oplus}}$$

$$\frac{1}{P_{sinodis}} = \frac{1}{29,5 \text{ tahun}} - \frac{1}{1 \text{ tahun}}$$

$$P_{sinodis} = 1,035 \text{ tahun}$$

20. [GS] Berikut adalah tabel distribusi jarak bintang dari Matahari untuk bintang kelas spektrum G.

Jarak (tahun cahaya, tc)	Jumlah bintang
0,1–10,0	3
10,1–20,0	15
20,1–30,0	28
30,1–40,0	34
40,1–50,0	53

Jarak rata-rata bintang kelas spektrum G dari distribusi tersebut adalah

Jawab: 33,997 tc

Jika dilihat dari tabel yang diberikan, kita dapat menggunakan rumus rata-rata untuk data kelompok. Kenapa data kelompok? Data kelompok ditandai dengan adanya rentangan nilai pada masing-masing kelas seperti ditunjukkan pada tabel di soal. Untuk menghitung rata-rata dari data kelompok, kita perlu mencari nilai tengah terlebih dahulu.

Jarak (tahun cahaya, tc)	Nilai tengah (x_i) (tahun cahaya, tc)	Jumlah bintang (f_i)
0,1-10,0	$\frac{(0,1 + 10,0)}{2} = 5.05$	3
10,1-20,0	$\frac{(10,1 + 20,0)}{2} = 15.05$	15
20,1-30,0	$\frac{(20,1 + 30,0)}{2} = 25.05$	28
30,1-40,0	$\frac{(30,1 + 40,0)}{2} = 35.05$	34
40,1-50,0	$\frac{(40,1 + 50,0)}{2} = 45.05$	53

Selanjutnya gunakan rumus rata - rata untuk data kelompok.

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n f_i x_i}{n}$$

$$\bar{x} = 33,997 \text{ } tc$$