

Solusi Soal Seleksi Olimpiade Sains Kabupaten/Kota Bidang Astronomi 2014

DIBUAT OLEH:

DAVID ORLANDO KURNIAWAN

DAVID.ORLANDO.KURNIAWAN@GMAIL.COM / DAVI0020@E.NTU.EDU.SG

HAK CIPTA SOAL OLEH KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN RI,
DILINDUNGI OLEH UNDANG UNDANG




PERINGATAN

Solusi ini bukanlah solusi resmi dari pihak panitia, solusi ini hanyalah solusi versi saya pribadi. Jawaban sudah saya cocokkan dengan kunci yang saya dapat, namun solusi saya bisa jadi kurang tepat. Gunakan solusi ini hanya sebagai referensi/ide untuk mendapatkan jawaban yang diminta. Silahkan dikoreksi (dengan cara beritahu saya melalui email diatas) jika dirasa terdapat kesalahan. Terima kasih atas perhatiannya.

Singapura, 5 April 2014

David Orlando Kurniawan

- 
1. Tinjaulah dua gugus bintang X dan Y. Pada gugus bintang X, total energi yang dipancarkan adalah 12000 satuan, yang berasal dari 50 bintang kelas spektrum O dan 20 bintang kelas spektrum B. Pada gugus bintang Y, total energi yang dipancarkan adalah 5000 satuan, yang berasal dari 20 bintang kelas spektrum O dan 10 bintang kelas spektrum B. Energi yang dipancarkan oleh satu bintang kelas spektrum O dan satu bintang kelas B di kedua gugus bintang tersebut adalah
- kelas O sebanyak 200 satuan, kelas B sebanyak 100 satuan.
 - kelas O sebanyak 100 satuan, kelas B sebanyak 200 satuan.
 - kelas O sebanyak 100 satuan, kelas B sebanyak 100 satuan.
 - kelas O sebanyak 200 satuan, kelas B sebanyak 200 satuan.
 - kelas O sebanyak 200 satuan, kelas B sebanyak 150 satuan

Anggaplah jumlah energi dari 1 bintang O adalah m dan jumlah energi dari 1 bintang B adalah n. Maka, persamaan di gugus bintang X adalah $50m + 20n = 12000$ dan persamaan di gugus bintang Y adalah $20m + 10n = 5000$. Kita eliminasi kedua persamaan ini.

$$\begin{aligned}50m + 20n &= 12000 \\20m + 10n &= 5000\end{aligned}$$

Kalikan baris kedua dengan faktor 2

$$\begin{aligned}50m + 20n &= 12000 \\40m + 10n &= 10000 \\10m &= 2000 \\m &= 200\end{aligned}$$

Setelah mendapatkan nilai m, kita masukkan ke salah satu persamaan dan didapat nilai n adalah 100.

Jawaban benar: A

2. Satu satuan astronomi (SA, atau astronomical unit, au) ditetapkan oleh IAU (International Astronomical Union) pada tahun 2009 secara eksak sebesar 149597870700 m. Maka satu tahun cahaya adalah
- 63241 SA.
 - 70650 SA.
 - 56890 SA.
 - 77832 SA.
 - 82445 SA.

*Kecepatan cahaya secara eksak adalah 299792458 m/s. Satu tahun cahaya adalah jarak yang ditempuh cahaya dalam satu tahun, yakni $299792458 * 365.2422 * 86400 = 9.46 * 10^{15}$ m. Dengan membandingkan angka ini dengan skala di soal, maka 1 tahun cahaya adalah $9.46E15 \text{ m} / 149597870700 \text{ m/AU} = 63239 \text{ AU}$.*

Jawaban benar: A

3. Uang sebanyak Rp 1000 dapat digunakan untuk membeli tiga bungkus permen. Setiap tiga lembar bungkus permen dapat ditukarkan dengan sebungkus permen yang baru. Dengan uang sebanyak Rp 5000, berapa jumlah permen yang dapat kita peroleh?
- 15 bungkus
 - 18 bungkus
 - 20 bungkus
 - 21 bungkus
 - 22 bungkus

Uang 1000 dapat kita gunakan untuk membeli 3 bungkus permen. 3 bungkus permen ini dapat kita tukarkan dengan 1 bungkus permen lagi. Berarti, untuk setiap Rp 1000 yang kita keluarkan, kita bisa mendapatkan 4 bungkus permen dengan 1 bungkus permen yang bisa ditukarkan lagi nantinya.

Jika kita menghabiskan Rp5000, kita mendapatkan 20 bungkus permen dengan 5 bungkus permen yang bisa ditukarkan lagi → tambahan 1 permen dengan 2 bungkus permen yang masih bisa ditukarkan, sehingga ada 3 bungkus yang belum ditukarkan → mendapat 1 ekstra permen lagi.

Total permen: $(4 \cdot 5) + 1 + 1 = 22$

Jawaban benar: E

4. Limit jejari ekuator (r) bintang berotasi cepat mendekati nilai $\frac{3}{2} r_{\text{kutub}}$, dan dinyatakan dalam persamaan limit

$$\lim_{r \rightarrow \frac{3}{2} r_{\text{kutub}}} \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{r_{\text{kutub}}} + \frac{\omega^2 r^2}{2GM} \right) = 0$$

masing-masing menyatakan jejari di kutub, kecepatan sudut bintang, konstanta gravitasi, dan massa bintang. Nilai kecepatan sudut bintang pada limit tersebut adalah

- $\omega = \sqrt{\frac{3}{2}} \sqrt{\frac{GM}{r_{\text{kutub}}^3}}$
- $\omega = \sqrt{\frac{4}{9}} \sqrt{\frac{GM}{r_{\text{kutub}}^3}}$
- $\omega = \sqrt{\frac{8}{27}} \sqrt{\frac{GM}{r_{\text{kutub}}^3}}$
- $\omega = \sqrt{\frac{27}{8}} \sqrt{\frac{GM}{r_{\text{kutub}}^3}}$
- $\omega = \sqrt{\frac{9}{8}} \sqrt{\frac{GM}{r_{\text{kutub}}^3}}$

Bentuk limit dalam soal ini bukanlah $0/0$, oleh karena itu kita dapat langsung mensubstitusikan nilai r menjadi $1.5 r_{kutub}$

$$\begin{aligned} \lim_{r \rightarrow \frac{3}{2}r_{kutub}} \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{r_{kutub}} + \frac{\omega^2 r^2}{2GM} \right) &= 0 \\ \frac{1}{\frac{3}{2}r_{kutub}} - \frac{1}{r_{kutub}} + \frac{\omega^2 2.25r_{kutub}^2}{2GM} &= 0 \\ \frac{2}{3r_{kutub}} - \frac{1}{r_{kutub}} + \frac{\omega^2 2.25r_{kutub}^2}{2GM} &= 0 \\ \frac{\omega^2 2.25r_{kutub}^2}{2GM} &= \frac{1}{3r_{kutub}} \\ \omega^2 &= \frac{2GM}{6.75r_{kutub}^3} \\ \omega &= \sqrt{\frac{8}{27}} \sqrt{\frac{GM}{r_{kutub}^3}} \end{aligned}$$

Jawaban benar: C

5. Berapakah jarak yang ditempuh Bumi dalam peredarannya mengelilingi Matahari setiap hari? Anggap Matahari tidak bergerak, dan Bumi mengelilingi Matahari dalam lintasan lingkaran dengan jari-jari 150 juta km.
- 258 juta km
 - 25,8 juta km
 - 2,58 juta km
 - 258000 km
 - 25800 km

Dalam peredarannya mengitari Matahari, Bumi menempuh total jarak sebesar $2\pi r = 2\pi * 150$ juta km = 942 juta km. Periode Bumi mengitari Matahari adalah 365.2422

Jawaban benar: C

6. Sebuah teropong tidak diketahui panjang fokus objektifnya. Untuk mengukurnya, dipasanglah sebuah lensa okuler yang panjang fokusnya 27 mm di pangkal teropong itu, lalu digunakan untuk meneropong Bulan. Setelah dicoba mengatur posisi okuler, diperoleh citra Bulan paling tajam ketika jarak objektif dan okuler 138,5 cm. Berapakah panjang fokus objektif teropong tersebut?
- a) 135,8 cm
 - b) 165,5 cm
 - c) 111,5 cm
 - d) 141,2 cm
 - e) 133,1 cm

Citra terbaik yang didapatkan teleskop refraktor terjadi jika panjang teleskop sama dengan jumlah panjang fokus kedua lensanya.

$$d = f_{ob} + f_{ok}$$

$$f_{ob} = d - f_{ok}$$

$$f_{ob} = 138.5 \text{ cm} - 2.7 \text{ cm} = 135.8 \text{ cm}$$

Jawaban benar: A

7. Sebuah asteroid berbentuk elipsoid (seperti bola rugby) bermassa 1 juta ton, radius girasinya 1,2 km dan periode rotasinya 20 menit. Astronom berniat menghentikan rotasi asteroid tersebut dengan memasang roket pada radius girasinya dengan arah roket yang paling efektif menghambat rotasi. Jika roket dapat memberi gaya sebesar 1000000 N, berapa lama roket harus dinyalakan agar rotasi asteroid berhenti?
- a) 2000π detik
 - b) 200 detik
 - c) 20 detik
 - d) 2π detik
 - e) 0,2 detik

Sebuah asteroid memiliki periode rotasi, yang berarti asteroid tersebut berputar mengitari porosnya dan mempunyai momen inersia.

$$I = mr^2$$

Untuk menghentikan putaran asteroid tersebut, diberikan gaya pada radius girasinya yang berimplikasi pada adanya torsi yang dihasilkan untuk melawan. Hubungan yang terjadi adalah

$$\tau = I\alpha$$

Dimana τ adalah torsi yang merupakan perkalian vektor (cross product) antara gaya dan vektor radius.

$$F \times r = I\alpha$$

Dalam kasus ini, asumsikan F dan r saling tegak lurus sehingga sudut keduanya 90° .

$$Fr = I\alpha \quad (1)$$

Sesuai dengan rumus diatas, torsi yang diberikan akan membuat asteroid ini mengalami percepatan sudut α (yang tentunya minus karena diperlambat).

$$\alpha t = \omega$$

$$\alpha t = \frac{2\pi}{T}$$

$$\alpha = \frac{2\pi}{tT} \quad (2)$$

T disini adalah periode awal, dan t adalah waktu yang diperlukan untuk membuat asteroid berhenti berputar.

Masukkan persamaan (2) ke (1),

$$Fr = mr^2 \frac{2\pi}{tT}$$

$$t = \frac{2\pi mr}{FT}$$

$$t = \frac{2\pi \times 10^9 \text{ kg} \times 1200 \text{ m}}{10^6 \text{ N} \times 1200 \text{ s}}$$

$$t = 2000\pi \text{ detik}$$

Jawaban benar: A

8. Benda langit apa yang sering digunakan untuk pengukuran waktu dengan ketelitian sangat tinggi? Apa alasannya?
- a) Matahari, karena waktu terbit dan terbenam Matahari sangat konsisten sehingga dapat dihitung jauh hari sebelumnya.
 - b) Bulan, karena jangka waktu berubahnya fase Bulan sangat teratur sehingga dapat dihitung dengan teliti.
 - c) Quasar, karena quasar mempunyai variabilitas yang teratur dalam skala waktu yang sangat pendek.
 - d) Pulsar, karena pulsar menghasilkan pulsa-pulsa dengan periode yang sangat pendek dan teratur.
 - e) Bintang, karena posisi bintang-bintang tetap di langit di dalam formasi rasi bintang sehingga tidak ada perubahan posisi dalam jangka waktu lama.

Analisis tiap pilihan:

- 1 → Waktu terbit dan terbenam Matahari berbeda setiap harinya, sekalipun bagi pengamat di ekuator. Hal ini disebabkan oleh orbit Bumi yang sedikit elips.
- 2 → Jangka waktu berubahnya fase bulan tidak konstan untuk setiap fase, karena baik orbit Bumi maupun Bulan elips sehingga perubahan sudut posisi di orbit tidak konstan.
- 3 → Periode variabilitas kuasar cukup besar, minimal hitungan minggu.
- 4 → Benar, karena periode pulsasi yang dikirimkan dari pulsar sangat pendek (sekitar 10^{-2} detik), dan teratur.
- 5 → Bintang sebenarnya bergerak, dan sekalipun tidak terdeteksi mata untuk jangka waktu pendek, perpindahannya bisa terdeteksi menggunakan instrumen.

Jawaban benar: D

9. Sebuah asteroid yang massanya 1,2 juta ton diperkirakan akan menyerempet Bumi ketika masuk ke dalam medan gravitasi Bumi. Untuk menghindari bencana, asteroid itu dicoba dihancurkan dengan cara mendaratkan pesawat antariksa di asteroid itu, lalu ditanamkan bom nuklir di dalamnya dan diledakkan. Ternyata bom itu gagal menghancurkan asteroid, malah membelahnya menjadi 2 bagian yang massanya masing-masing 0,9 juta ton dan 0,3 juta ton. Jika mula-mula asteroid bergerak dengan kecepatan 80000 km/jam, setelah tumbukan bagian yang 0,9 juta ton bertambah kecepatannya menjadi 100000 km/jam dalam arah yang sama seperti semula, berapakah kecepatan bongkahan asteroid yang 0,3 juta ton? Kemana arahnya?
- 20000 km/jam ke arah semula
 - 20000 km/jam ke arah berlawanan
 - 40000 km/jam ke arah tegak lurus semula
 - 40000 km/jam ke arah berlawanan
 - 10000 km/jam ke arah tegak lurus semula

Dalam setiap tumbukan, berlaku kekekalan momentum yang dalam hal ini adalah kekekalan momentum linear.

$$p_0 = p_t$$

$$v_2 = 20000$$

$$m_0 v_0 = m_1 v_1 + m_2 v_2$$

Tanda positif menyatakan arah geraknya searah dengan arah gerak semula

$$\text{Dalam kasus ini, } m_0 = m_1 + m_2$$

(Jawaban: A)

$$1.2 \times 80000 = 0.9 \times 100000 + 0.3 \times v_2$$

10. Bukti paling nyata terjadinya pemanasan global di Tata Surya yang dikhawatirkan dapat terjadi juga di Bumi adalah
- pemanasan atmosfer Matahari oleh reaksi nuklir di dalamnya
 - pemanasan atmosfer Venus karena ada gas CO₂ yang tebal di atmosfernya

- c) pemanasan atmosfer Merkurius karena intensitas pencahayaan Matahari yang tinggi
- d) pemanasan atmosfer Jupiter karena selimut gas H₂O yang berkerapatan tinggi
- e) pemanasan atmosfer Mars karena badai debu dari pasir di permukaan Mars

Kasus pemanasan global yang terjadi di Tata Surya hanyalah Venus, dimana terdapat gas CO₂ yang tebal di atmosfernya. Dampak dari fakta ini adalah energi yang diterima dari Matahari dapat masuk ke permukaan Venus, namun tidak dapat keluar karena tertahan oleh atmosfer yang tebal. Hal ini menyebabkan temperatur Venus meningkat dan menjadi sangat panas baik siang maupun malam (Jawaban: B)

11. Pada bulan Januari, Bumi paling dekat dari Matahari (yaitu sekitar 147 juta km), dan pada bulan Juli, Bumi paling jauh dari Matahari (152 juta km). Berapakah perbandingan percepatan gravitasi Matahari yang dirasakan Bumi antara saat perihelion dan aphelion?
- a) $g_{per} : g_{ap} = 1 : 0,935$
 - b) $g_{per} : g_{ap} = 1 : 0,967$
 - c) $g_{per} : g_{ap} = 1 : 1,034$
 - d) $g_{per} : g_{ap} = 1 : 1,069$
 - e) $g_{per} : g_{ap} = 1 : 1,191$

Rumus kecepatan adalah $g = \frac{GM}{r^2}$. Dengan melihat fakta bahwa nilai GM disini adalah konstan, maka g berbanding terbalik dengan r^2 . Oleh karena itu, kita dapat membuat rasio:

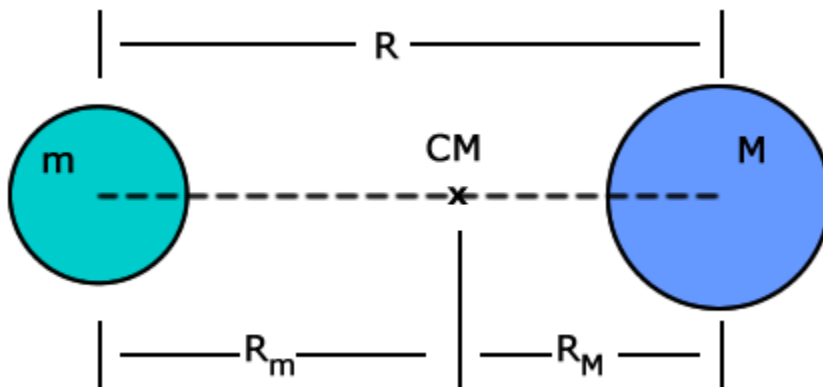
$$\frac{g_{per}}{g_{ap}} = \frac{r_{ap}^2}{r_{pe}^2}$$

$$\frac{g_{per}}{g_{ap}} = \frac{152^2}{147^2} = 1.069 \text{ (D)}$$

12. Gelombang bunyi bergerak dalam air mempunyai frekuensi 256 Hz dan panjang gelombangnya 5,77 m. Maka kecepatan gelombang suara dalam air adalah
- a) 480 m/detik
 - b) 980 m/detik
 - c) 1480 m/detik
 - d) 1980 m/detik
 - e) 2480 m/detik

Rumus kecepatan adalah $V = \lambda f$. Dengan memasukkan angkanya akan didapat hasil 1447.12 m/s
(Jawaban: C)

13. Bila diketahui massa Bumi dan massa Bulan masing – masing adalah $5,98 \times 10^{24}$ kg dan $7,3 \times 10^{22}$ kg maka pada jarak Bumi – Bulan 384405 km titik pusat massa (barycenter) terletak pada
- a) pusat Bumi
 - b) 1707 km dari pusat Bumi
 - c) 4671 km dari pusat Bumi
 - d) 6378 km dari pusat Bumi
 - e) 172200 km dari pusat Bumi

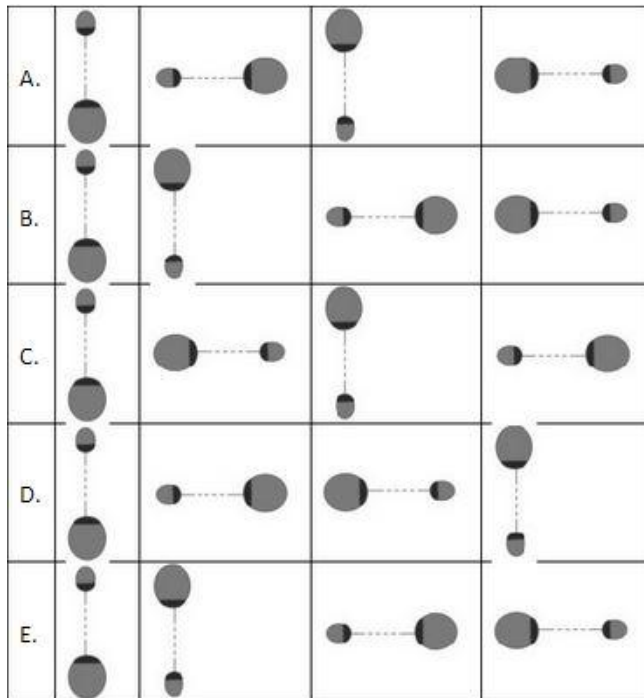


Rumus titik pusat massa adalah $m \cdot R_m = M \cdot R_M$. Dengan memasukkan data massa bulan, massa bumi, dan juga jarak (dalam hal ini anggap $R_M = x$ dan $R_m = 384405 - x$), kita dapat menemukan nilai x .

$$7.3 \cdot 10^{22} \cdot (384405 - x) = 5.98 \cdot 10^{24} \cdot x$$
$$X = 4636 \text{ km}$$

Nilai x ini masih lebih kecil dari radius bumi, maka titik pusat massa sistem masih berada di dalam bumi (Jawaban: C)

14. Periode rotasi Pluto 6,4 hari, sedangkan periode orbit dan rotasi Charon juga 6,4 hari. Pilih diagram yang menggambarkan posisi Pluto dan Charon selama satu periode secara berurutan diamati dari kutub Utara orbitnya. Objek besar dalam gambar menyatakan Pluto dan yang kecil menyatakan Charon



*Jika diamati dari kutub utara orbit, maka semua benda yang mengorbit akan mengorbit berlawanan arah dengan jarum jam. Diantara pilihan yang ada **hanya A** yang teratur berlawanan jarum jam.*

15. Daerah HII (hidrogen terionisasi satu kali) adalah bagian dari Nebula yang dapat kita temukan di sekitar
- a) bintang muda yang sangat panas
 - b) bintang normal seperti Matahari
 - c) bintang raksasa merah
 - d) bintang maha raksasa merah
 - e) bintang katai coklat

*Daerah HII adalah daerah hydrogen yang terionisasi satu kali, oleh karena itu pasti ada penyebab yang membuatnya terionisasi, yaitu temperatur. Temperatur di daerah itu meningkat karena adanya pemanasan dari objek di sekitarnya, dan objek yang paling mungkin untuk memanasi adalah bintang muda yang sangat panas. Bukankah bintang maha raksasa merah menghasilkan energi yang sangat besar juga? Betul, namun bintang maha raksasa merah tidak berada di dekat nebula. **(Jawaban: A)***

16. Efek Doppler terjadi pada gelombang elektromagnetik dan suara, dan bergantung pada perubahan jarak antara sumber dan pengamat. Pilihlah jawaban yang BENAR!

- a) Jika jarak konstan, maka panjang gelombang berkurang.
- b) Jika jarak bertambah, panjang gelombang berkurang.
- c) Jika jarak berkurang, panjang gelombang berkurang.
- d) Jika jarak berkurang, panjang gelombang konstan.
- e) Jika jarak berkurang, panjang gelombang bertambah

Konsep dasar dari efek Doppler adalah adanya perubahan jarak secara radial. Jika jarak sumber mendekat, maka panjang gelombang yang dikirimnya akan memendek (blueshift) dan sebaliknya (redshift) jika jarak sumber menjauh (Jawaban: C)

17. Dua buah bintang, A dan B, masing-masing mempunyai magnitudo mutlak 5 dan 10. Jika kedua bintang ini diamati mempunyai magnitudo semu yang sama, dengan mengabaikan penyerapan oleh materi antar bintang, maka

- a) jarak bintang A 10 kali lebih jauh daripada jarak bintang
- b) jarak bintang B 10 lebih jauh daripada jarak bintang
- c) jarak bintang A dan B sama
- d) jarak bintang A 5 kali lebih jauh daripada jarak bintang
- e) jarak bintang B 5 kali lebih jauh daripada jarak bintang

Dengan mengetahui selisih magnitudo mutlak, kita dapat menghitung perbandingan luminositas antara A dan B

$$\begin{aligned}
 Ma - Mb &= -2.5 \log \frac{La}{Lb} \\
 5 - 10 &= -2.5 \log \frac{La}{Lb} \\
 -5 &= -2.5 \log \frac{La}{Lb} \\
 2 &= \log \frac{La}{Lb} \\
 \frac{La}{Lb} &= 100
 \end{aligned}$$

Kedua bintang memiliki magnitudo semu yang sama, maka fluks yang diterima di bumi dari keduanya bernilai sama.

$$\begin{aligned}
 Ea &= Eb \\
 \frac{La}{4\pi da^2} &= \frac{Lb}{4\pi db^2} \\
 \frac{100Lb}{da^2} &= \frac{Lb}{db^2} \\
 100db^2 &= da^2 \\
 da &= 10 db
 \end{aligned}$$

Jadi, jarak bintang A 10x lebih jauh dari B (A)

18. Jika Bumi berotasi dua kali lebih cepat daripada sekarang, tetapi periode revolusinya tetap, maka di ekuator Bumi

- a) panjang malam akan menjadi dua kali lebih lama daripada sekarang.
- b) panjang malam akan menjadi setengahnya daripada sekarang.
- c) panjang malam tetap
- d) panjang siang menjadi dua kali panjang malam.
- e) panjang siang tidak akan berubah.

*Periode rotasi dapat dinyatakan sebagai $T = 2\pi/\omega$. Bumi berotasi lebih cepat maka nilai ω menjadi 2x lipat yang berarti periode rotasi akan menjadi setengah dari semula. Untuk di ekuator, perubahan panjang hari akan terbagi rata sehingga **baik malam maupun siang akan berlangsung setengah kali dari semula (B)***

19. Jika orbit Bulan menjadi sedikit lebih besar, gerhana Matahari
- a) akan lebih mungkin menjadi gerhana Matahari cincin.
 - b) akan lebih mungkin menjadi gerhana Matahari total.
 - c) akan menjadi lebih sering.
 - d) tidak akan mengubah penampakan.
 - e) tidak akan pernah terjadi.

*Jika orbit Bulan menjadi sedikit lebih besar, maka diameter sudut Bulan dilihat dari Bumi akan menjadi lebih kecil. Oleh karena itu, peluang diameter sudut Bulan menjadi lebih besar atau sama dengan Matahari (syarat untuk Gerhana Matahari Total) akan berkurang dan **Gerhana Matahari Cincin menjadi lebih mungkin (A)***

20. Jika radius orbit Bumi mengelilingi Matahari menjadi dua kali lebih besar daripada sekarang, maka satu kali mengorbit, Bumi memerlukan waktu
- a) sekitar dua kali lebih pendek.
 - b) sekitar dua kali lebih panjang.
 - c) sekitar tiga kali lebih panjang.
 - d) sekitar tiga kali lebih pendek.
 - e) kira-kira sama dengan sekarang.

Hubungan antara radius orbit dan periode orbit dijelaskan oleh hukum ketiga Kepler, yang mana jika pada sistem yang sama hubungannya adalah

$$T^2 = a^3$$

*Oleh karena itu, jika radiusnya menjadi 2x lebih lebar maka periode yang diperlukan akan $2^{1.5}$ kali lebih panjang = sekitar **3x lebih panjang (C)***

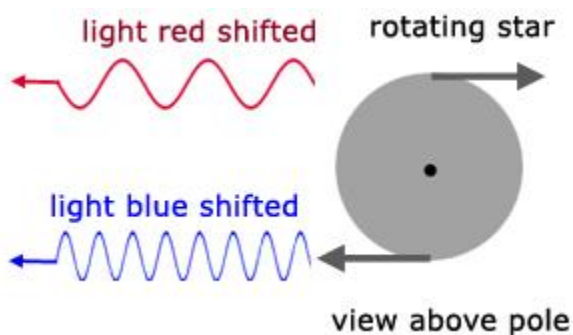
21. Menurut Hukum Stefan-Boltzmann jika temperatur Matahari menjadi dua kali lipat dibandingkan sebelumnya dan diasumsikan jejari Matahari tetap, maka energi yang dipancarkan per detik akan menjadi

- a) setengah dari yang sekarang.
- b) dua kali dari yang sekarang.
- c) empat kali dari yang sekarang.
- d) delapan kali dari yang sekarang.
- e) enam belas kali dari yang sekarang

Hukum Stefan-Boltzmann tentang luminositas (energi yang dipancarkan ke segala arah) mempunyai formula $L = \sigma AT^4$. Oleh karena itu, jika jari-jari matahari tetap maka A konstan. Jika temperatur menjadi 2x lipat, maka total energi yang dipancarkan menjadi $2^4 = 16x$ sekarang (E)

22. Dibandingkan dengan bintang yang berotasi lambat, bintang yang berotasi lebih cepat akan memperlihatkan spektrum dengan garis-garis yang
- a) tipis
 - b) lebar
 - c) sama dengan bintang yang berotasi lebih lambat
 - d) cenderung ke panjang gelombang kecil
 - e) cenderung ke panjang gelombang besar

*Untuk bintang yang tidak berotasi, garis absorpsi yang terlihat pada spektrumnya hanyalah satu garis tipis. Untuk bintang yang berotasi, ada pelebaran garis absorpsi tersebut. Mengapa? Karena gas-gas di permukaan bintang tersebut (yang menyebabkan adanya garis absorpsi) ikut berotasi. Gas-gas tersebut mengalami efek Doppler. Efek Doppler terbesar dialami oleh partikel yang berada di tepi bintang dari arah pandang kita karena seluruh komponen kecepatan rotasinya mengarah radial (lihat gambar dibawah). Oleh karena itu, bintang yang berotasi lebih cepat akan memperlihatkan spektrum dengan garis-garis yang lebih **lebar (B)***



23. Refraktor ganda Zeiss di Observatorium Bosscha mempunyai diameter lensa 60 cm dan panjang fokus sekitar 11 meter. Jika dibandingkan dengan sebuah teropong Schmidt, dengan diameter cermin 51 cm, dan panjang fokus 127 cm, teropong Zeiss mempunyai keunggulan, karena
- a) daya pisah lebih tinggi

- b) mempunyai kemampuan mendeteksi benda langit yang berukuran lebih besar
- c) dapat melihat medan langit yang lebih luas dan lebih detail
- d) dapat mengamati objek yang bergerak cepat
- e) dapat mengamati seluruh wujud hilal

Analisis tiap pilihan:

a → Daya pisah adalah $1.22 \cdot \lambda / D$, oleh karena itu makin besar diameter teleskop, makin tinggi daya pisahnya untuk pengamatan dengan panjang gelombang yang sama.

*b → Makin besar teleskop, makin **redup** objek yang bisa diamati. Objek yang lebih besar tidak perlu teleskop yang lebih besar*

focal ratio teleskop Zeiss = $1100\text{cm}/60\text{cm} = 18.33$

focal ratio teleskop Schmidt = $127/51 = 2.49$

c → Medan langit yang terlihat di teleskop berbanding terbalik dengan focal ratio. Semakin kecil focal ratio, semakin besar medan pandang teleskop.

d → Untuk mengamati objek yang bergerak cepat, diperlukan teleskop dengan focal ratio lebih rendah untuk mendapatkan medan pandang lebih luas. Oleh karena itu, teleskop Schmidt lebih baik untuk hal ini.

e → Untuk mengamati seluruh wujud hilal, lagi-lagi kita perlu teleskop dengan focal ratio yang lebih kecil.

Jawaban benar: A

24. Satelit alam Pluto yang diketahui hingga saat ini adalah

- a) Charon
- b) Charon, Nix, Hydra, Kerberos, dan Styx**
- c) Charon, Styx, dan Hydra
- d) Charon, Nix, Hydra, dan Miranda
- e) Hydra, Kerberos, dan Styx

25. Seorang pengamat di sebuah planet X berjarak 1 SA dari bintang induknya, mengamati oposisi planet A dan B yang juga beredar mengelilingi bintang tersebut. Planet A mempunyai diameter sudut $\pi/80000$ radian dan planet B mempunyai diameter sudut $\pi/40000$ radian. Bila periode orbit planet A sebesar 4 kali planet B, dan periode orbit planet A sebesar 1,5 kali planet X, maka kemungkinan diameter linier planet A, D_A , adalah

- a) lima kali lebih kecil daripada diameter linier planet B, D_B
- b) lima kali lebih besar daripada diameter linier planet B, D_B
- c) dua kali lebih kecil daripada diameter linier planet B, D_B

- d) dua kali lebih kecil daripada diameter linier planet B, D_b
- e) sama dengan diameter linier planet B, D_b

NOTE: Jika menggunakan soal asli, jawaban tidak sesuai dengan kunci yang ada. Soal juga akan menjadi tidak logis karena orbit planet B berada didalam orbit planet X, yang berarti planet B tidak mungkin berada di fase oposisi terhadap planet X. Oleh karena itu saya menggunakan asumsi bahwa pengamatan diameter sudut dilakukan di bintang induk dan juga periode orbit planet B adalah 4x planet A (bukan sebaliknya).

Hubungan antara radius orbit dan periode orbit dijelaskan oleh hukum ketiga Kepler, yang mana jika pada sistem yang sama hubungannya adalah

$$T^2 = a^3$$

Melalui hubungan diatas, kita dapat membandingkan radius orbit planet A dan B

$$\begin{aligned}\left(\frac{T_b}{T_a}\right)^2 &= \left(\frac{a_b}{a_a}\right)^3 \\ 4^2 &= \left(\frac{a_b}{a_a}\right)^3 \\ \frac{a_b}{a_a} &= 4^{\frac{2}{3}} = 2.52 \\ a_b &= 2.52a_a\end{aligned}$$

Formula diameter sudut untuk Planet A adalah

$$\frac{\pi}{8000} = \frac{D_a}{a_a}$$

Sementara untuk Planet B adalah

$$\begin{aligned}\frac{\pi}{4000} &= \frac{D_b}{a_b} \\ 2 \frac{\pi}{8000} &= \frac{D_b}{a_b} \\ 2 \frac{D_a}{a_a} &= \frac{D_b}{a_b} \\ D_a &= \frac{a_a D_b}{2a_b} \\ D_a &= \frac{a_a D_b}{2 \times 2.52a_a} \\ D_a &= \frac{1}{5} D_b\end{aligned}$$

Jawaban: A

26. Sebuah asteroid mengelilingi Matahari dalam orbit elips dengan setengah sumbu panjang orbit 3 SA dan eksentrisitas 0,9. Berapakah kecepatan minimal asteroid itu agar dapat lepas dari sistem Tata Surya? (Diketahui massa Matahari $M = 1,989 \times 10^{30}$ kg, konstanta gravitasi $G = 6,67 \times 10^{-11}$ N m²/kg², 1 SA = 149597870700 m)
- a) 15640 m/detik

- b) 16640 m/detik
- c) 17640 m/detik
- d) 18640 m/detik
- e) 19640 m/detik

Kecepatan lepas asteroid tersebut berubah-ubah karena berada pada orbit elips (yang mana jaraknya dari matahari berubah-ubah). Dalam kasus ini, kecepatan minimal asteroid dimaksudkan sebagai kecepatan lepas minimal. Kecepatan sudut terendah ini didapatkan jika asteroid tersebut berada di titik terjauhnya dari aphelion.

Jarak aphelion (r_{ap}) = $a(1+e) = 3 \text{ SA} \times 1.9 \times 149497870700 \text{ m/SA} = 8.52 \times 10^{11} \text{ m}$

Kecepatan lepas minimum = $V_{escmin} = \sqrt{\frac{2GM}{r_{ap}}}$

$$V_{escmin} = \sqrt{2 \frac{6.67 \times 10^{-11} \frac{\text{m}^3}{\text{s}^2 \text{kg}} \times 1.989 \times 10^{30} \text{kg}}{8.52 \times 10^{11} \text{m}}}$$

$$V_{escmin} = 17640 \frac{\text{m}}{\text{s}} (\text{C})$$

27. Teropong Chandra adalah teropong pendeteksi sinar X dan teropong Hubble adalah pendeteksi cahaya tampak (visual). Keduanya beroperasi di luar atmosfer Bumi. Pilih alasan yang paling tepat di bawah ini tentang perlunya teropong antariksa seperti kedua teropong itu!
- a) Agar lebih dekat ke objek yang diamati, yaitu bintang-bintang dan galaksi, sehingga akan tampak lebih terang dan besar.
 - b) Daya tembus sinar X lebih kuat sehingga dapat lebih baik sampai ke permukaan Bumi daripada visual, tapi tetap mengalami sedikit serapan atmosfer, jadi lebih baik di angkasa.
 - c) Citra bintang yang diamati teropong sinar X dan visual dari permukaan Bumi dan dari angkasa sama tajam dan terangnya, tapi teropong di angkasa luar tidak terganggu awan dan hujan.
 - d) Karena serapan atmosfer, sinar X tidak dapat sampai ke permukaan Bumi, dan cahaya visual melemah dan berkurang ketajamannya
 - e) Agar citra benda langit tidak berubah bentuk, kontras dan kecerlangannya karena absorpsi atmosfer Bumi.

Analisis tiap pilihan:

a → Jarak bintang ke kita di bumi sangat jauh, jika kita membawa teleskop ke luar angkasa pun jaraknya hanya berkurang sedikit dan hampir tidak berpengaruh

b → Radiasi sinar X tidak mampu mencapai atmosfer Bumi karena diserap oleh atmosfer.

c → Alasan sama dengan poin B, sementara itu pengamatan visual di permukaan bumi terganggu atmosfer

d → Keduanya alasan yang benar. Sinar X tidak dapat mencapai permukaan bumi sehingga pengamatan harus dari luar angkasa, sementara atom di atmosfer mendistorsi cahaya visual yang melewati atmosfer bumi

e → Sekalipun atmosfer mengurangi ketajaman citra, atmosfer tidak membuat citra benda langit berubah bentuk

Jawaban benar: D

28. Pilihlah pernyataan yang BENAR yang berhubungan dengan benda hitam (black body)

- a) Benda yang menyerap semua radiasi yang datang padanya
- b) Panjang gelombang maksimum yang dipancarkan bergantung pada temperatur benda hitam tersebut
- c) Disebut benda hitam, namun tidak selalu berwarna hitam, bergantung pada temperaturnya
- d) Benda yang memancarkan semua radiasi yang datang padanya

Analisis tiap pilihan:

1 → Benar. Ini definisi dasar dari benda hitam.

2 → Benar, karena makin panas suatu benda hitam maka area panjang gelombang dimana benda ini memancarkan radiasinya akan makin bergeser ke arah gelombang pendek.

3 → Benar, karena kata “hitam” disini hanya bermakna kalau benda hitam ini menyerap semua radiasi yang diterimanya.

4 → Definisi dari benda hitam hanyalah benda yang menyerap semua radiasi yang datang padanya.

Jawaban benar: 1, 2, dan 3 → A

29. Astronom menganalisis spektrum bintang untuk menentukan

- a) Temperature
- b) komposisi kimia

- c) rotasi bintang
- d) gerak bintang

Analisis tiap pilihan:

1 → Benar. Dari spektrum kita bisa melihat panjang gelombang dengan intensitas maksimum, dan dengan hukum pergeseran Wien kita bisa menemukan temperaturnya

2 → Benar, karena pada spektrum bintang terdapat garis serapan (absorpsi) yang unik dan tergantung pada materi yang menyerapnya. Dari situ kita bisa mendapatkan komposisi kimianya

3 → Benar, karena garis absorpsi yang ada di poin 2 mempunyai panjang gelombang yang unik, dan jika kita bisa menentukan lebar garis absorpsi bintang ini kita bisa menentukan kecepatan rotasi bintang melalui efek Doppler (tengah garis absorpsi tersebut adalah panjang gelombang diam si bintang jika tidak berotasi).

4 → Benar. Masih terhubung dengan poin 3, jika titik tengah garis absorpsi tersebut tidak sama dengan garis absorpsi yang dibuat di laboratorium (panjang gelombang diam), berarti dapat disimpulkan bintang tersebut bergerak secara radial relatif terhadap kita di bumi. Dengan efek Doppler kita dapat menentukan kecepatan radial bintang tsb.

Jawaban benar: 1, 2, 3, dan 4 → E


30. Alasan observatorium astronomi dibangun di puncak gunung tinggi adalah

- a) Jauh dari polusi cahaya
- b) menghindari getaran alat transportasi darat
- c) mengurangi gangguan dalam atmosfer
- d) kelembaban udara lebih tinggi

Analisis tiap pilihan:

1 → Benar, karena setiap observatorium perlu dibangun di tempat yang jauh dari polusi cahaya sehingga makin banyak bintang redup yang dapat teramati

2 → Benar, karena getaran alat transportasi darat dapat menyebabkan guncangan yang cukup berarti. Untuk benda-benda berukuran kecil seperti kita mungkin ini tidak terlalu berefek, namun kebanyakan teleskop di observatorium berukuran besar dan terbuat dari kaca/lensa. Jika kaca terus menerus mendapat getaran, kualitas optiknya bisa berkurang (retak, dsb)



3 → Benar, karena gangguan atmosfer menyebabkan cahaya bintang menjadi terdistorsi dan menimbulkan error dalam hasil pengamatan. Dengan menempatkan teleskop di puncak gunung tinggi, maka ketebalan atmosfer yang harus dilalui cahaya menuju ke observatorium berkurang sehingga gangguan yang dialami lebih sedikit

4 → Salah, karena kelembaban udara yang tinggi justru menyebabkan teleskop tidak dapat digunakan dalam rentang waktu yang cukup lama (bisa karena mengembun, dsb) dan butuh beberapa kali jeda. Untuk pengamatan objek redup, sebisa mungkin jeda ini dihindari.

Jawaban benar: 1, 2, dan 3 → A