



Hak Cipta  
Dilindungi Undang-undang

## **SOAL OLIMPIADE SAINS NASIONAL**



### **ASTRONOMI**

Ronde : Teori  
Waktu : 240 menit

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN MENENGAH  
DIREKTORAT PEMBINAAN SEKOLAH MENENGAH ATAS  
TAHUN 2014**



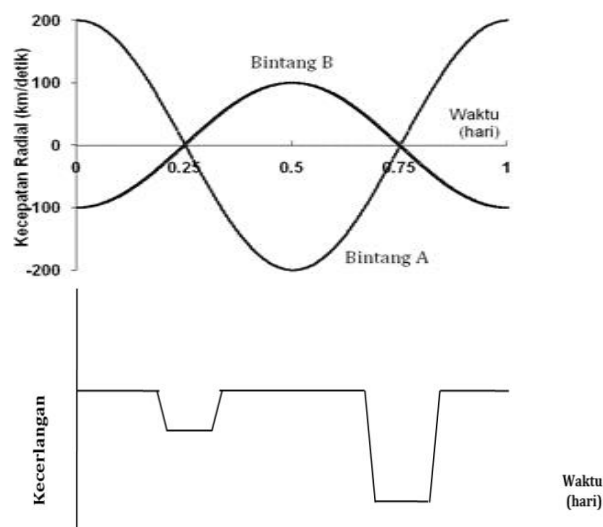
**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN MENENGAH  
DIREKTORAT PEMBINAAN SEKOLAH MENENGAH ATAS**

<b>Nama</b> .....	<b>Provinsi</b> .....	<b>Tanggal Lahir</b> .....
<b>Kelas &amp; Sekolah</b> .....	<b>Kabupaten/Kota</b> .....	<b>Tanda Tangan</b> .....

Dalam naskah ini ada 10 soal pilihan berganda, 5 soal essay pendek, 5 soal essay panjang, daftar konstanta, dan data astronomi.

### Pilihan Berganda

1. Gambar berikut menunjukkan kurva kecepatan radial dan kurva cahaya dari sebuah sistem bintang ganda gerhana.



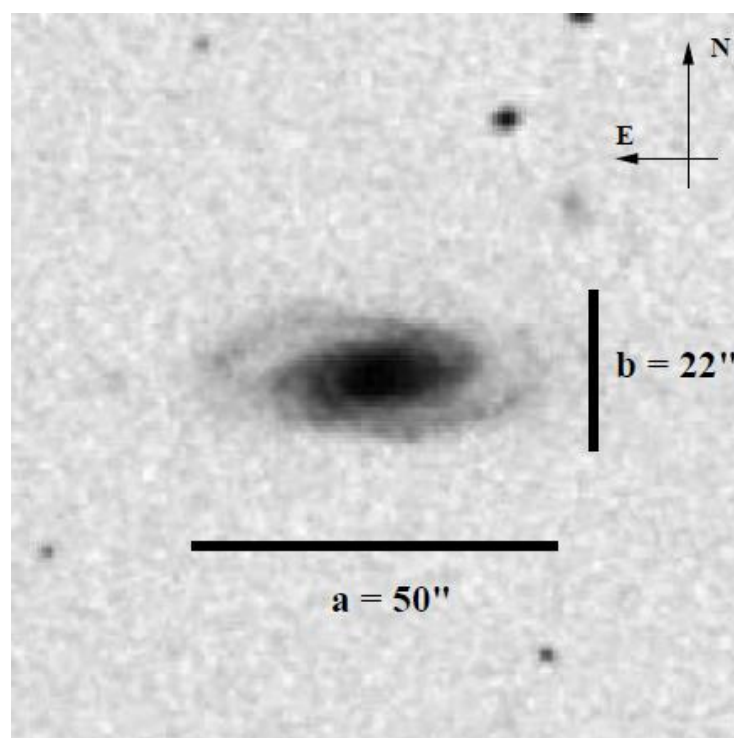
Berdasarkan kedua kurva tersebut, maka

- A. bintang A lebih terang dan radiusnya lebih besar daripada bintang B
- B. bintang B lebih terang dan radiusnya lebih besar daripada bintang A
- C. bintang B lebih terang daripada bintang A dan mempunyai ukuran yang sama dengan bintang A
- D. bintang A lebih terang dan radiusnya lebih kecil daripada bintang B
- E. bintang B lebih terang dan radiusnya lebih kecil daripada bintang A

2. Pada reaksi pembangkitan energi yang terjadi di dalam Matahari, 4 (empat) atom hidrogen diubah menjadi 1 (satu) atom helium. Dalam reaksi ini, dihasilkan juga neutrino yang kemudian dipancarkan ke segala arah termasuk ke Bumi. Neutrino merupakan partikel yang mempunyai penampang lintang yang sangat kecil sehingga dapat menembus seluruh bagian Matahari tanpa berinteraksi dengan materi di sekitarnya. Jika diketahui laju pembentukan neutrino adalah  $10^{38}$  neutrino/detik, maka jumlah neutrino setiap detik pada pagi hari yang melewati tubuh si X dengan tinggi 170 cm dan lebar 35 cm yang berada di Bumi adalah
- A.  $2 \times 10^6$  neutrino/detik
  - B.  $2 \times 10^{12}$  neutrino/detik
  - C.  $2 \times 10^{14}$  neutrino/detik
  - D.  $2 \times 10^{18}$  neutrino/detik
  - E.  $2 \times 10^{20}$  neutrino/detik
3. Dua bintang dianggap sebagai benda hitam sempurna dengan temperatur permukaan bintang dingin sebesar 3000 K dan temperatur permukaan bintang panas sebesar 30000 K. Perbandingan energi foton pada kecerlangan maksimum bintang panas terhadap kecerlangan maksimum bintang dingin adalah
- A. 10000
  - B. 1000
  - C. 100
  - D. 10
  - E. Tidak ada jawaban
4. Diketahui sebuah satelit mengorbit planet Bumi dengan orbit lingkaran. Bila periode sideris satelit tersebut 10 hari, maka percepatan gravitasi Bumi yang dialami satelit dibandingkan dengan percepatan gravitasi Bumi di permukaan Bumi adalah
- A.  $1/330$
  - B.  $1/400$
  - C.  $1/945$
  - D.  $1/1235$
  - E.  $1/2450$
5. Bila dianggap terjadinya gerhana Bulan hanya dalam interval 6 bulan dan 5 bulan, dimana gerhana Bulan dengan interval 6 bulan lebih banyak terjadi dibandingkan dengan gerhana Bulan dengan interval 5 bulan, maka dalam satu siklus Saros (223 bulan sinodis) diharapkan akan berlangsung gerhana Bulan sebanyak
- A. 18 – 23 kali gerhana
  - B. 24 – 30 kali gerhana

- C. 31 – 37 kali gerhana
- D. 38 – 42 kali gerhana
- E. 43 – 50 kali gerhana

6. Sebuah galaksi yang ditunjukkan pada gambar di bawah ini memiliki kecerlangan permukaan  $\mu_B = 22,2$  magnitudo per detik busur kuadrat. Sumbu mayor galaksi tersebut berukuran 50 detik busur dan sumbu minornya 22 detik busur. Berapa kecerlangan permukaan galaksi tersebut jika seluruh permukaannya menghadap pengamat (*face on*)? Bentuk galaksi diasumsikan berupa piringan lingkaran yang transparan (semua bintang tampak).



- A. 20,4 magnitudo / detik busur kuadrat
  - B. 22,2 magnitudo / detik busur kuadrat
  - C. 23,4 magnitudo / detik busur kuadrat
  - D. 24,2 magnitudo / detik busur kuadrat
  - E. 25,1 magnitudo / detik busur kuadrat
7. Di sebuah *extra solar planet* dalam sistem bintang X, hiduplah mahluk berpengetahuan. Mahluk itu mengamati Matahari dan Alpha Centaury ( $\alpha$  Cen) menggunakan teropong yang sangat besar, sehingga Matahari dan  $\alpha$  Cen tampak sebagai dua lingkaran kecil yang bersinggungan dan kecerlangannya persis sama sebesar 5,5 mag. Jika magnitudo mutlak Matahari dan  $\alpha$  Cen masing-masing 4,83 dan 4,38, berapakah jarak *extra solar planet* itu dari Matahari?
- A. 16,75 parsek

- B. 13,6 parsek
- C. 10 parsek
- D. 7,5 parsek
- E. Tidak mungkin terjadi

Untuk soal nomor 8 – 10, jawablah :

- A. Jika 1,2 dan 3 benar
  - B. Jika 1 dan 3 benar
  - C. Jika 2 dan 4 benar
  - D. Jika 4 saja yang benar
  - E. Jika semua benar
8. Jika ada komet yang ekornya tampak cukup panjang pada pagi hari, manakah diantara pernyataan ini yang benar untuk komet tersebut bagi pengamat di daerah khatulistiwa?
- 1. Komet terbit setelah Matahari terbit
  - 2. Ekornya ke arah atas
  - 3. Akan tampak di dekat ufuk Barat
  - 4. Setelah 3 jam, jarak zenith terus berkurang
9. Seorang pengamat di Mataram melihat Bulan tampak sabit dengan tinggi sekitar  $30^\circ$  di atas ufuk Barat pada sekitar jam 4 pagi. Manakah yang benar dari pernyataan berikut ini?
- 1. Saat itu tidak lebih dari 7 hari setelah bulan baru
  - 2. Saat itu terjadi gerhana
  - 3. Fenomena itu tidak mungkin terjadi
  - 4. Saat itu sekitar 15 hari setelah bulan baru
10. Sebuah awan antar bintang yang sedang mengerut (berkontraksi) untuk membentuk bintang dapat terhambat oleh faktor
- 1. energi termal
  - 2. medan magnet
  - 3. rotasi
  - 4. turbulensi

## Essay Pendek

1. Seorang pengamat di daerah khatulistiwa mengamati Mars saat oposisi dengan magnitudo  $-2,5$ . Berapakah magnitudo Mars beberapa bulan kemudian, ketika jarak sudut Mars dari Matahari  $90^\circ$ ? Anggap orbit planet-planet berbentuk lingkaran, radius orbit Bumi 1 sa, dan radius orbit Mars 1,5 sa.
2. Dalam waktu berapa bulan setelah oposisi, Mars terbit pada tengah malam dilihat dari daerah Khatulistiwa?
3. Melalui pengamatan dengan sebuah teleskop, diketahui jarak relatif empat satelit alam Jupiter terhadap Jupiter. Anggap orbit keempat satelit tersebut adalah lingkaran dan jarak planet Jupiter (dinyatakan dalam radius planet Jupiter,  $R_J$ ) terhadap satelit Io adalah  $5,578 R_J$ , terhadap Europa adalah  $8,876 R_J$ , terhadap Ganymede adalah  $14,159 R_J$ , dan terhadap Calisto adalah  $24,903 R_J$ . Selain itu periode Io, Europa, Ganymede, dan Calisto masing-masing adalah 1,7699 hari, 3,5541 hari, 7,1650 hari, dan 16,7536 hari. Dengan menggunakan salah satu data satelit tersebut, tentukanlah rapat massa planet Jupiter!
4. Pada tanggal 19 September 1998, wahana Spacewatch menemukan sebuah Benda Kecil Tata Surya bernama 52872 Okyrhoe. Benda ini memiliki diameter 48 km, aphelium 8,9 sa, dan dikelompokkan ke dalam gugus Centaurus. Diamati dari Bumi, benda ini berada di belakang Matahari kira-kira setiap 380 hari. Berapakah eksentrisitas orbit dan perihelium 52872 Okyrhoe?
5. Sebuah *extra solar planet* ditemukan karena planet itu transit terhadap bintang induknya secara periodik. Ketika terjadi *mid-transit*, magnitudo bintang induknya, yang merupakan deret utama (kelas G2V) meredup sebesar 0,004 magitudo. Taksirlah radius *extra solar planet* itu dalam satuan km! Tuliskan asumsi yang menurutmu diperlukan!

## Essay Panjang

1. Sebuah satelit geostasioner yang massanya 800 kg mengelilingi Bumi dalam orbit lingkaran. Tiba-tiba satelit itu ditabrak oleh sebuah meteoroid kecil yang massanya 120 kg. Dilihat dari Bumi, meteoroid itu bergerak di bidang langit dengan kecepatan 4,2 km/detik, dengan arah mirip dengan arah gerak satelit tetapi membentuk sudut kira-kira  $30^\circ$  dengan arah gerak satelit itu. Setelah tabrakan, meteoroid itu melesek ke dalam satelit tapi tidak menghancurkannya. Apakah orbit satelit itu berubah? Jika berubah, tunjukkan secara kuantitatif perubahan orbitnya. Jika tidak berubah, tunjukkan secara kuantitatif dan berikan alasan bahwa pengaruh tumbukan meteoroid itu kecil sehingga dapat diabaikan terhadap orbit satelit.
2. Pada tahap awal, nebula mengalami kondisi runtuh gravitasi. Beberapa proses harus dilalui untuk pembentukan kumpulan/gugus bintang. Awan antar bintang dengan massa dan radius yang sangat besar, dengan jumlah partikel  $N$  dan massa tiap partikel,  $m$ , memulai kondensasi menjadi gumpalan. Di lingkungan awan antar bintang yang mulai runtuh gravitasi, energi potensial gravitasi,  $|E_{Gr}|$ , masih dalam kondisi lebih besar dari energi kinetik,  $E_{Kin}$ . Energi termal awan antar bintang berasal dari energi kinetik tiap partikel yang sebanding dengan  $3kT/2$ . Bila massa nebula adalah 1000 kali massa Matahari, temperatur nebula  $T \approx 20$  K, massa partikel  $m \approx$  massa atom hidrogen, hitung kerapatan awan antar bintang tersebut! Bantuan: energi potensial gravitasi suatu benda yang mengalami runtuh gravitasi adalah:

$$E_{Gr} = -\frac{3}{5} \frac{GM^2}{R}$$

3. Dua buah teleskop, A dan B bekerja dengan kondisi jangkauan jarak zenit maksimum 70 derajat untuk teleskop A dan jarak zenit maksimum 60 derajat untuk teleskop B. Hitung perbandingan luas langit yang dicakup teleskop A terhadap teleskop B! Diketahui sudut eksis segitiga bola

$$E = A + B + C - 180^\circ$$

dan luas segitiga bola

$$S = \pi R^2 \frac{E}{180^\circ}$$

4. Seorang pengamat berada di sebuah planet/asteroid padat yang mengorbit sebuah bintang. Pengamat tersebut mengamati diameter sudut bintang, dan diketahui diameter sudut minimal  $\theta_{\min} = 841,1710243''$ , diameter sudut maksimal  $\theta_{\max} = 2982,333632''$ . Hitung kecepatan ketika planet berada pada jarak 70% dari jarak apastron! Diketahui diameter bintang  $D_{\text{bin}} = 1400000$  km dan  $(a^3/T^2) = \text{konstan} \approx 7,5 \text{ (au}^3/\text{hari}^2) \times 10^{-6}$ .
5. Planet Kepler-16ab mengedari dua bintang induk, bintang Kepler-16A ( $M = 0,69 M_\odot$ ) dan bintang Kepler-16B ( $M = 0,20 M_\odot$ ). Sistem itu berjarak 200 tahun cahaya dari Matahari. Planet Kepler-16ab berukuran Saturnus mengorbit bintang Kepler-16A pada jarak 0,7 sa. Periode rotasi planet sama dengan periode orbitnya. Bintang Kepler-16B mengorbit Kepler-16A pada jarak 0,2

sa. Diameter kedua bintang masing-masing adalah 890000 km dan 300000 km. Jika orang berada di planet Kepler-16ab, tentukan

- a. Pada saat separasi maksimum, berapa jarak sudut terbesar kedua bintang itu dan berapa diameter sudut masing-masing bintang (yang dilihatnya) dinyatakan dalam satuan diameter sudut Matahari!
- b. Berapa periode planet mengedari Kepler-16A?
- c. Berapa periode Kepler-16B mengedari Kepler-16A?
- d. Jika awalnya pengamat melihat di meridian, Kepler-16B melintas tepat di pusat Kepler-16A (menggerhanai), tentukan selang waktu kedua bintang mencapai separasi maksimum.

Asumsikan semua orbit objek sebidang dan berbentuk lingkaran.



## Daftar Konstanta dan Data Astronomi

Nama konstanta	Simbol	Harga
Kecepatan cahaya	$c$	$2,997925 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$
Konstanta gravitasi	$G$	$6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$
Konstanta Planck	$h$	$6,6256 \times 10^{-34} \text{ J s}$
Konstanta Boltzmann	$k$	$1,3805 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$
Konstanta kerapatan radiasi	$a$	$7,5643 \times 10^{-16} \text{ J m}^{-3} \text{ K}^{-4}$
Konstanta Stefan-Boltzmann	$\sigma$	$5,6693 \times 10^{-8} \text{ J s}^{-1} \text{ m}^{-2} \text{ K}^{-4}$
Muatan elektron	$e$	$1,6021 \times 10^{-19} \text{ C}$
Massa elektron	$m_e$	$9,1091 \times 10^{-31} \text{ kg}$
Massa proton	$m_p$	$1,6725 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Massa neutron	$m_n$	$1,6748 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Massa atom ${}_1\text{H}^1$	$m_{\text{H}}$	$1,6734 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Massa atom ${}_2\text{He}^4$	$m_{\text{He}}$	$6,6459 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Konstanta gas	$R$	$8,3143 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

Nama besaran	Notasi	Harga
Satuan astronomi (sa)	sa, au	$1,49597870 \times 10^{11} \text{ m}$
Parsek	pc	$3,0857 \times 10^{16} \text{ m}$
Tahun cahaya	ly	$0,9461 \times 10^{16} \text{ m}$
Joule		$10^7 \text{ erg}$
Tahun sideris		365,2564 hari
Tahun tropik		365,2422 hari
Tahun Gregorian		365,2425 hari
Tahun Julian		365,2500 hari
Bulan sinodis ( <i>synodic month</i> )		29,5306 hari
Bulan sideris ( <i>sidereal month</i> )		27,3217 hari
Hari Matahari rerata ( <i>mean solar day</i> )		$24^{\text{j}} 3^{\text{m}} 56^{\text{d}},56$
Hari sideris rerata ( <i>mean sidereal day</i> )		$23^{\text{j}} 56^{\text{m}} 4^{\text{d}},09$
Massa Matahari	$M_{\odot}$	$1,989 \times 10^{30} \text{ kg}$
Jejari Matahari	$R_{\odot}$	$6,96 \times 10^8 \text{ m}$
Temperatur efektif Matahari	$T_{\text{eff},\odot}$	5.785 K
Luminositas Matahari	$L_{\odot}$	$3,9 \times 10^{26} \text{ J s}^{-1}$
Magnitudo semu visual Matahari	$V$	-26,78
Indeks warna Matahari	$B - V$	0,62
	$U - B$	0,10
Magnitudo mutlak visual Matahari	$M_V$	4,79

Nama besaran	Notasi	Harga
Magnitudo mutlak bolometrik Matahari	$M_{bol}$	4,72
Massa Bulan	$M_{\text{J}}$	$7,35 \times 10^{22}$ kg
Jejari Bulan	$R_{\text{J}}$	1738 km
Jarak rerata Bumi–Bulan		384399 km
Konstanta Hubble	$H_0$	69,3 km/s/Mpc

Objek	Massa (kg)	Jejari (km)	Periode Rotasi	Periode Sideris (hari)	Periode Sinodis (hari)
Merkurius	$3,30 \times 10^{23}$	2439	58,6 hari	87,97	115,9
Venus	$4,87 \times 10^{24}$	6052	243,0 hari	244,70	583,9
Bumi	$5,98 \times 10^{24}$	6378	$23^j 56^m 4^d,1$	365,25	–
Mars	$6,42 \times 10^{23}$	3397	$24^j 37^m 22^d,7$	687,02	779,9
Jupiter	$1,90 \times 10^{27}$	71398	$9^j 55^m 30^d$	4333	398,9
Saturnus	$5,69 \times 10^{26}$	60000	$10^j 30^m$	10743	378,1
Uranus	$8,70 \times 10^{25}$	26320	$17^j 14^m$	30700	369,7
Neptunus	$1,03 \times 10^{26}$	24300	$18^j$	60280	367,5