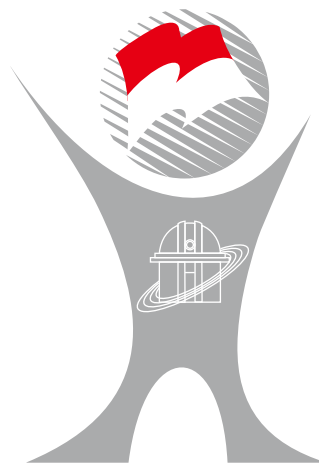




**SOAL UJIAN
SELEKSI CALON PESERTA OLIMPIADE SAINS NASIONAL 2016
TINGKAT PROVINSI**



BIDANG ASTRONOMI

Waktu : 180 Menit

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH
DIREKTORAT PEMBINAAN SEKOLAH MENENGAH ATAS
TAHUN 2016**



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

Petunjuk:

1. Jawablah seluruh soal hanya di lembar jawaban dan jangan di lembar soal ini!
2. Dalam naskah ini ada 15 soal pilihan berganda, 5 soal isian singkat, 5 soal esai, daftar konstanta, dan data astronomi.
3. Kalkulator boleh digunakan.
4. Tidak ada pengurangan nilai untuk jawaban salah.
5. Waktu pengerjaan adalah 180 menit (3 jam).

Soal Pilihan Ganda

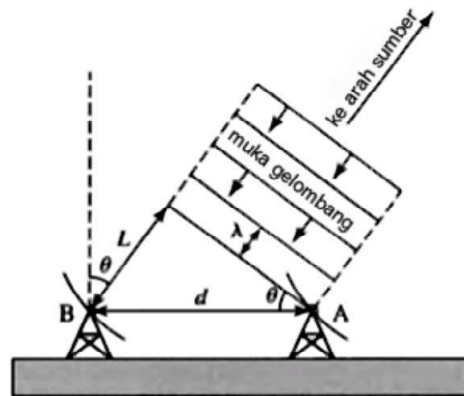
1. Perbedaan utama antara lensa dan cermin sebagai pengumpul cahaya dalam sistem teleskop adalah
 - A. Panjang fokus lensa bergantung pada panjang gelombang, sedangkan cermin tidak
 - B. Panjang fokus cermin bergantung pada panjang gelombang, sedangkan lensa tidak
 - C. Cermin berbentuk cembung, sedangkan lensa harus berbentuk cekung
 - D. Objek tidak dapat ditegakkan dengan kedua sistem pengumpul cahaya ini
 - E. Membuat cermin lebih mudah daripada membuat lensa untuk pengumpul cahaya
2. Pada tanggal 17 Januari 2016, komet Catalina berada pada posisi terdekatnya, yaitu 110 juta km dari Bumi. Jika pada saat itu terdapat ekor tampak sepanjang 1° dan diasumsikan ekor tegak lurus garis pandang, maka panjang ekor (dalam satuan km) adalah
 - A. 2×10^6
 - B. 1×10^6
 - C. 9×10^7
 - D. 1×10^8
 - E. 2×10^8
3. Radius bintang katai putih memenuhi hubungan

$$R \approx \frac{R_\odot}{74} \left(\frac{M_\odot}{M} \right)^{1/3}$$

Jika bintang katai putih dianggap sebagai benda hitam sempurna serta memiliki massa 0,4 massa Matahari (M_\odot) dan temperatur efektif (T_{eff}) 10.000 K, maka luminositas bintang (dalam satuan L_\odot) adalah

- A. $3,6 \times 10^{-4}$
- B. $3,0 \times 10^{-3}$
- C. $1,8 \times 10^2$
- D. $2,6 \times 10^3$
- E. $7,6 \times 10^4$

4. Misalkan \mathcal{M} menyatakan magnitudo mutlak bolometrik sebuah bintang dan \mathcal{P} menyatakan energi yang dipancarkan setiap detik (dalam satuan watt), maka berlaku hubungan
- $\mathcal{P} = 3,485 \times 10^{26} \times 10^{-0.4\mathcal{M}}$
 - $\mathcal{P} = 3,013 \times 10^{28} \times 10^{-0.4\mathcal{M}}$
 - $\log \mathcal{P} = 26,591 - 0,4\mathcal{M}$
 - $\log \mathcal{P} = 28,479 + 0,4\mathcal{M}$
 - $\mathcal{P} = -2,500 \log \mathcal{M}$
5. Di antara lima pernyataan berikut, manakah pernyataan yang benar?
- Urutan garis spektrum dalam kemunculan mereka pada bintang-bintang dengan menurunnya temperatur adalah: garis hidrogen yang sangat kuat, garis helium terionisasi, garis helium netral, garis logam netral, metal terionisasi, pita molekul titanium oksida
 - Periode bintang ganda visual selalu lebih pendek daripada periode bintang ganda spektroskopi
 - Bintang Sirius adalah bintang paling terang di langit, berarti ia merupakan bintang paling dekat dengan kita
 - Bintang Alpha Centauri adalah bintang paling dekat dengan kita, berarti ia merupakan bintang paling terang di langit
 - Sifat paling dasar dari bintang yang menentukan lokasinya di deret utama adalah massanya
6. Perhatikan gambar di bawah yang merupakan skema kerja interferometer teleskop radio A dan B.



Untuk mencapai resolusi sudut $1''$ dari objek astronomi yang diamati pada panjang gelombang 21 cm orde pertama, maka jarak minimal antara teleskop radio A dan B adalah

- 40,8 km
 - 41,3 km
 - 42,3 km
 - 43,3 km
 - 44,3 km
7. Rasi bintang zodiak yang dapat diamati pada saat bersamaan dengan peristiwa Gerhana Matahari Total 2016 di Indonesia, adalah
- Pisces
 - Gemini

- C. Virgo
 - D. Orion
 - E. Canis
8. Pada tanggal 9 Maret 2016 pagi hari akan berlangsung Gerhana Matahari Total yang jalurnya melewati Indonesia, di antaranya kota Palembang, Palangkaraya, dan Palu. Perkiraan posisi Bulan dalam sistem koordinat ekuatorial (α, δ) pada saat tersebut adalah
- A. (23 jam, -4°)
 - B. (01 jam, $+4^\circ$)
 - C. (23 jam, -1°)
 - D. (23 jam, $+1^\circ$)
 - E. (24 jam, $+0^\circ$)
9. Diketahui jarak rata-rata Bumi–Bulan adalah 384.000 km dan periode orbit Bulan adalah 27,3 hari. Berapakah periode orbit sebuah satelit buatan yang mengitari Bumi pada ketinggian 96.000 km jika orbitnya berupa lingkaran?
- A. 3,41 hari
 - B. 3,76 hari
 - C. 7,28 hari
 - D. 10,40 hari
 - E. 10,70 hari

Untuk empat soal berikut ini (No. 10–13), jawablah

- A. jika 1, 2, dan 3 benar**
- B. jika 1 dan 3 benar**
- C. jika 2 dan 4 benar**
- D. jika 4 saja benar**
- E. jika semua benar**

10. Jika atmosfer Bumi 50% lebih rapat daripada keadaan saat ini, maka
1. Cahaya Matahari akan tampak lebih merah daripada keadaan sekarang, karena dengan bertambahnya kerapatan, akan lebih banyak cahaya pada panjang gelombang biru yang dihamburkan ke segala arah.
 2. Cahaya yang sampai ke permukaan Bumi akan semakin tampak berwarna biru
 3. Cahaya yang sampai ke permukaan Bumi akan semakin tampak berwarna merah
 4. Cahaya Matahari akan tampak lebih biru daripada keadaan sekarang, karena dengan bertambahnya kerapatan, akan lebih banyak cahaya pada panjang gelombang merah yang dihamburkan ke segala arah.
11. Konstanta Hubble H_0 menyatakan laju pengembangan alam semesta saat ini. Karena kesalahan dalam penentuan jarak beberapa galaksi yang digunakannya, Edwin Hubble mendapatkan nilai sekitar 500 km/s/Mpc untuk H_0 . Nilai yang diterima sekarang oleh para astronom berdasarkan berbagai pengukuran adalah 70 km/s/Mpc. Manakah pernyataan-pernyataan yang benar di bawah ini?
1. Laju pengembangan alam semesta menurut Hubble lebih cepat daripada seharusnya
 2. Jarak galaksi-galaksi yang digunakan Hubble lebih jauh daripada seharusnya

3. Umur alam semesta menurut Hubble lebih muda daripada umur sebenarnya
 4. Jika sejak *Big Bang* alam semesta mengembang dengan laju konstan H_0 , maka menurut Hubble ukuran alam semesta saat ini kurang lebih sepertujuh dari nilai yang diterima sekarang
12. Di antara empat pernyataan berikut, yang merupakan karakteristik materi antar bintang adalah
1. Dalam besaran massa, materi antar bintang tersusun atas hidrogen, helium, dan sedikit unsur berat
 2. Daerah hidrogen terionisasi (*HII region*) terjadi akibat radiasi ultraviolet dari bintang panas di dekatnya
 3. Materi antar bintang dapat terkait dengan pembentukan dan kematian bintang
 4. Hanya ada satu kelompok daerah dalam materi antar bintang yaitu yang berhubungan dengan pembentukan bintang
13. Yang merupakan karakteristik dalam proses pembentukan bintang adalah
1. Materi antar bintang yang melimpah dalam periode waktu yang lama, tidak selalu cukup untuk membentuk bintang
 2. Proses pembentukan bintang dapat terjadi bila energi kinetik materi antar bintang lebih kecil dari setengah energi potensial gravitasi
 3. Syarat terjadinya pembentukan bintang bergantung pada temperatur dan kerapatan partikel
 4. Proses pembentukan bintang hanya dapat terjadi di daerah dengan konsentrasi debu tinggi

Gunakan petunjuk ini untuk menjawab dua soal berikut (No. 14–15):

- A. Pernyataan pertama dan kedua benar serta memiliki hubungan sebab-akibat.**
- B. Pernyataan pertama dan kedua benar, tetapi tidak memiliki hubungan sebab-akibat.**
- C. Pernyataan pertama benar, sedangkan pernyataan kedua salah.**
- D. Pernyataan pertama salah, sedangkan pernyataan kedua benar.**
- E. Kedua pernyataan salah.**

14. Tepi bayangan sebuah objek yang dibentuk oleh sinar Matahari tidak tajam

SEBAB

Jarak Bumi dari Matahari yang sangat jauh menyebabkan Matahari dianggap sebagai suatu sumber titik dan cahayanya mengalami difraksi atau pembelokan cahaya

15. Bulan mengorbit Bumi, sedangkan asteroid mengorbit Matahari.

SEBAB

Ukuran asteroid lebih kecil daripada Bulan.

Soal Isian Singkat

16. Jarak antara dua sumber titik yang direkam oleh detektor pada bidang fokus sebuah teleskop bergantung pada
17. Gugus bola IAU C0923 545 memiliki magnitudo semu $V = +13,0$ dan magnitudo mutlak $M_V = -4,15$. Gugus ini terletak 9,0 kpc dari Bumi, 11,9 kpc dari pusat Galaksi, dan sekitar 0,5 kpc di selatan bidang Galaksi. Besar serapan materi antar bintang per kpc yang kita amati ke arah IAU C0923 545 adalah
18. Diduga terdapat sebuah planet X yang merupakan planet kesembilan di Tata Surya. Planet yang diperkirakan seukuran Uranus ini belum pernah teramati karena jaraknya yang jauh (20 kali jarak Matahari-Neptunus). *Very Large Telescope* digunakan untuk mencari keberadaan planet tersebut dengan menggunakan teknik interferometer. Dengan detektor inframerah 20 mikron, jarak pisah minimal antar teleskop (*baseline*) yang dibutuhkan untuk dapat menentukan ukuran planet secara langsung adalah sekitar
19. Salah satu sumber pemancar radio terkuat di langit setelah Matahari dan Cassiopeia A (sisa supernova yang relatif dekat) adalah Galaksi Cygnus A. Pada panjang gelombang 0,75 cm, rapat fluks spektral yang diukur oleh teleskop radio dengan diameter 25 m adalah 4.500 Jy (jansky). Dengan menganggap efisiensi teleskop radio 100% dan lebar pita frekuensi adalah 5 MHz, daya total yang dideteksi penerima adalah sebesar watt.
20. Jika Matahari berevolusi menjadi bintang raksasa merah dengan ukuran 100 kali jejari Matahari saat ini dan temperaturnya menjadi 3.200°C , maka magnitudo semu Matahari raksasa adalah

Soal Esai

21. Pada pukul 18:00, tinggi dan azimuth Bulan adalah $+39^\circ$ dan 196° , sedangkan tinggi dan azimuth Saturnus adalah $+34^\circ$ dan 210° . Jika Bulan dan Saturnus dianggap benda titik, hitunglah jarak pisah kedua benda tersebut dalam satuan derajat!
22. Dengan teleskop Hubble, astronom dapat mengamati bintang seperti Matahari pada jarak 100 kpc. Bintang-bintang Cepheid yang paling terang memiliki kecerlangan intrinsik 30.000 kali lebih besar daripada Matahari. Jika serapan materi antar bintang diabaikan, tentukanlah jarak Cepheid terjauh yang dapat diamati teleskop Hubble!
23. Gunung Olympus yang memiliki tinggi 25 km adalah gunung tertinggi di Mars sekaligus tertinggi di Tata Surya, bahkan tiga kali lebih tinggi dari gunung Himalaya. Untuk mengetahui mengapa planet Mars dapat memiliki gunung tertinggi di Tata Surya, maka
 - (a) Hitunglah tinggi maksimum gunung di Bumi bila gunung dianggap berbentuk kerucut! Ambillah nilai batas elastisitas kerak Bumi sebesar $3 \times 10^8 \text{ N/m}^2$!
 - (b) Jelaskan mengapa gunung tertinggi di Tata Surya dapat berada di planet Mars!
24. Di Galaksi, sebuah proton berenergi 10^7 eV melintasi medan magnet antar bintang yang homogen ($B = 3 \times 10^{-10} \text{ T}$) dalam arah tegak lurus sehingga bergerak melingkar. Proton tersebut memiliki laju awal $v \ll c$ (non relativistik).
 - (a) Hitunglah momentum linear proton tersebut!
 - (b) Hitunglah radius gerak melingkar proton (*gyroradius*) dan frekuensi sudut yang dihasilkan!
 - (c) Gambarkan arah gerak dan lintasan proton jika gerak proton membentuk sudut tertentu (dengan sudut sekitar 30°) terhadap garis medan magnet!
25. Pada akhir Januari 2016 terjadi sebuah fenomena langka yaitu 5 planet klasik tampak berparade di langit fajar. Merkurius tampak di arah timur, diikuti Venus, Saturnus, Mars dan Jupiter di sebelah barat. Jika jarak sudut Jupiter dan Merkurius adalah 100° sementara sudut elongasi Merkurius dari Matahari adalah 15° , hitunglah jarak antara Jupiter dan Merkurius dalam satuan astronomi! Anggap orbit kelima planet berada dalam satu bidang!

— SOAL SELESAI —

Nama konstanta	Simbol	Harga
Kecepatan cahaya	c	$2,99792458 \times 10^8 \text{ m/s}$
Konstanta gravitasi	G	$6,673 \times 10^{-11} \text{ m}^3/\text{kg/s}^2$
Konstanta Planck	h	$6,6261 \times 10^{-34} \text{ J s}$
Konstanta Boltzmann	k	$1,3807 \times 10^{-23} \text{ J/K}$
Konstanta kerapatan radiasi	a	$7,5659 \times 10^{-16} \text{ J/m}^3/\text{K}^4$
Konstanta Stefan-Boltzmann	σ	$5,6705 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2/\text{K}^4$
Muatan elektron	e	$1,6022 \times 10^{-19} \text{ C}$
Massa elektron	m_e	$9,1094 \times 10^{-31} \text{ kg}$
Massa proton	m_p	$1,6726 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Massa neutron	m_n	$1,6749 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Massa atom ${}_1\text{H}^1$	m_{H}	$1,6735 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Massa atom ${}_2\text{He}^4$	m_{He}	$6,6465 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Massa inti ${}_2\text{He}^4$		$6,6430 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Konstanta gas	R	$8,3145 \text{ J/K/mol}$

Objek	Massa (kg)	Jejari ekuatorial (km)	P_{rotasi}	P_{sideris} (hari)	Jarak rerata ke Matahari (10^3 km)
Merkurius	$3,30 \times 10^{23}$	2.440	58,646 hari	87,9522	57.910
Venus	$4,87 \times 10^{24}$	6.052	243,019 hari	244,7018	108.200
Bumi	$5,97 \times 10^{24}$	6.378	$23^{\text{j}} 56^{\text{m}} 4^{\text{d}},1$	365,2500	149.600
Mars	$6,42 \times 10^{23}$	3.397	$24^{\text{j}} 37^{\text{m}} 22^{\text{d}},6$	686,9257	227.940
Jupiter	$1,90 \times 10^{27}$	71.492	$9^{\text{j}} 55^{\text{m}} 30^{\text{d}}$	4.330,5866	778.330
Saturnus	$5,69 \times 10^{26}$	60.268	$10^{\text{j}} 39^{\text{m}} 22^{\text{d}}$	10.746,9334	1.429.400
Uranus	$8,66 \times 10^{25}$	25.559	$17^{\text{j}} 14^{\text{m}} 24^{\text{d}}$	30.588,5918	2.870.990
Neptunus	$1,03 \times 10^{26}$	24.764	$16^{\text{j}} 6^{\text{m}} 36^{\text{d}}$	59.799,8258	4.504.300

Nama besaran	Notasi	Harga
Satuan astronomi	au	$1,49597870 \times 10^{11}$ m
Parsek	pc	$3,0857 \times 10^{16}$ m
Tahun cahaya	ly	$0,9461 \times 10^{16}$ m
Tahun sideris		365,2564 hari
Tahun tropik		365,2422 hari
Tahun Gregorian		365,2425 hari
Tahun Julian		365,2500 hari
Periode sinodis Bulan (<i>synodic month</i>)		29,5306 hari
Periode sideris Bulan (<i>sidereal month</i>)		27,3217 hari
Hari Matahari rerata (<i>mean solar day</i>)		24 ^j 3 ^m 56 ^d ,56
Hari sideris rerata (<i>mean sidereal day</i>)		23 ^j 56 ^m 4 ^d ,09
Massa Matahari	M_{\odot}	$1,989 \times 10^{30}$ kg
Jejari Matahari	R_{\odot}	$6,96 \times 10^8$ m
Temperatur efektif Matahari	$T_{\text{eff},\odot}$	5.785 K
Luminositas Matahari	L_{\odot}	$3,9 \times 10^{26}$ W
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
Magnitudo mutlak biru Matahari	M_B	5,48
Magnitudo mutlak bolometrik Matahari	M_{bol}	4,72
Massa Bulan	M_{ζ}	$7,348 \times 10^{22}$ kg
Jejari Bulan	R_{ζ}	1.738.000 m
Jarak rerata Bumi–Bulan		384.399.000 m
Konstanta Hubble	H_0	69,3 km/s/Mpc
1 jansky	1 Jy	1×10^{-26} Wm ⁻² Hz ⁻¹