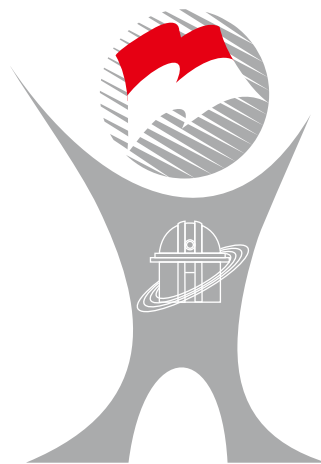




**SOAL UJIAN
SELEKSI CALON PESERTA OLIMPIADE SAINS NASIONAL 2015
TINGKAT PROVINSI**



BIDANG ASTRONOMI

Waktu : 210 Menit

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN MENENGAH
DIREKTORAT PEMBINAAN SEKOLAH MENENGAH ATAS
TAHUN 2015**



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN

DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN MENENGAH

DIREKTORAT PEMBINAAN SEKOLAH MENENGAH ATAS

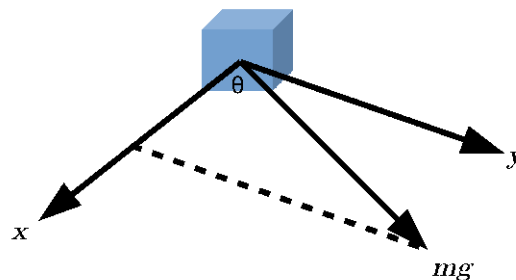
Petunjuk terpenting:

1. Dalam naskah ini ada 20 soal pilihan berganda, 7 soal essay pendek, daftar konstanta, dan data astronomi.
2. Kalkulator boleh digunakan.
3. Tidak ada pengurangan nilai untuk jawaban salah.
4. Perhatikan petunjuk lain yang dibacakan pengawas.

Soal Pilihan Ganda

1. Sistem bintang ganda Albireo terdiri atas dua buah bintang dengan magnitudo masing-masing komponen adalah 3,35 dan 5,9. Seorang pengamat mengamati sistem bintang ganda Albireo ini dengan mata telanjang. Terang sistem bintang yang terlihat oleh pengamat adalah
 - A. 2,55
 - B. 3,25
 - C. 4,63
 - D. 5,90
 - E. 9,25
2. Pada film "Mars Need Mom", seorang wanita Mars bernama Qi mengendarai pesawat bermassa 10 ton yang meluncur lepas landas dari permukaan Mars untuk membantu makhluk Bumi pulang. Pesawat tersebut menggunakan energi hasil reaksi daur ulang sampah botol plastik. Setiap proses reaksi akan menghasilkan energi sebesar 100 KJ. Reaksi daur ulang botol ini mempunyai efisiensi yang cukup tinggi sehingga setiap reaksi hanya membutuhkan 2 botol plastik. Jumlah botol plastik yang harus tersedia agar pesawat bisa lepas dari gravitasi Mars adalah
 - A. 126×10^4
 - B. 125×10^4
 - C. 252×10^4
 - D. 326×10^4
 - E. 1×10^6
3. Setiap detik di dalam inti sebuah bintang terjadi perubahan 4×10^9 kg materi menjadi radiasi. Pada jarak 0,5 au dari bintang, *alien* memasang sebuah fotosel dengan luas 100 m^2 dan mempunyai efisiensi 50%. Berapakah daya yang dihasilkan oleh fotosel tersebut?
 - A. Sekitar 250 kiloWatt
 - B. Sekitar 125 kiloWatt
 - C. Sekitar 500 kiloWatt
 - D. Sekitar 1 megaWatt
 - E. Sekitar 2 megaWatt

4. Sebuah bintang deret utama diamati dengan sebuah teleskop pada jarak 30 pc. Saat memasuki tahap raksasa, temperatur bintang turun menjadi empat kali lebih rendah dan radiusnya menjadi 100 kali lebih besar. Letak bintang juga tidak lagi di posisi yang sama saat masih di tahap deret utama. Bila terang bintang raksasa ini seterang saat di tahap deret utama, jarak bintang adalah
- 187,5 pc
 - 188 pc
 - 188,5 pc
 - 189 pc
 - 200 pc
5. Teleskop Bimasakti yang ada di Observatorium Bosscha memiliki cermin dengan diameter 71 cm dan lensa koreksi berdiameter 51 cm serta *focal ratio* $f/2,5$. Berapa persenkah cahaya yang diterima oleh cermin utama dibandingkan dengan jika cermin utama itu dipakai pada teropong tanpa lensa koreksi dan tanpa tabung?
- 10%
 - 20%
 - 27%
 - 52%
 - 100%
6. Sebuah satelit bermassa m mengalami gaya gravitasi Bumi. Diagram gaya benda tersebut digambarkan seperti gambar berikut. X - Y merupakan sistem koordinat kartesian yang saling tegak lurus. Jika besar



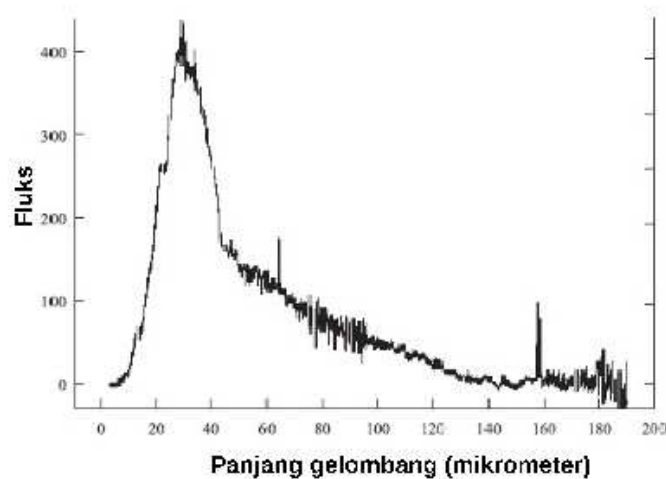
gaya dalam arah x dinyatakan sebagai $F_x = mg \cos \theta$, maka besar gaya dalam arah z , F_z , adalah

- $mg \cos \theta \sin \theta$
 - $mg \cos \theta \sin 2\theta$
 - $mg \cos \theta \sin 2\theta$
 - mg
 - 0
7. Manakah di antara materi di bawah ini yang BUKAN merupakan pengurai cahaya?
- Kisi
 - Prisma
 - Titik air di udara
 - Filter
 - CD/DVD

8. Mengapa mencari komet baik dilakukan dengan binokuler?

- A. Komet adalah sumber titik, dan binokuler memiliki medan pandang sempit
- B. Komet adalah sumber membentang, dan binokuler memiliki medan pandang luas
- C. Komet tampak hanya sekejap, dan binokuler memiliki medan pandang sempit
- D. Komet adalah sumber membentang, dan binokuler memiliki magnifikasi tinggi
- E. Komet tampak lama di langit, dan binokuler memiliki magnifikasi tinggi

9. Gambar di bawah menunjukkan spektrum awan debu di sekitar bintang (*circumstellar dust*). Taksiran terbaik untuk temperatur awan debu tersebut adalah



- A. 120 K
- B. 60 K
- C. 40 K
- D. 20 K
- E. 10 K

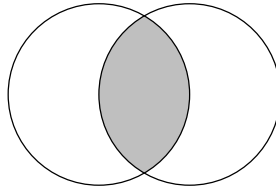
10. Para astronom meyakini bahwa *exoplanet* serupa Bumi yang mungkin mengemban kehidupan dapat dicari jika peralatan interferometer ditempatkan di angkasa luar. Jika hal itu terjadi, empat garis serapan dalam panjang gelombang kasatmata dan inframerah dapat dideteksi dalam spektrum *exoplanet*, dengan kemungkinan karakteristik sebagai berikut:

- I. Terdapat pita serapan Ozon (O_3) dalam spektrum yang memperlihatkan kelimpahan oksigen, yang mungkin dihasilkan oleh jasad kehidupan
- II. Profil spektrum, yang menandakan temperatur *exoplanet*, sesuai dengan syarat agar air berada dalam fasa cair
- III. Terdapat pita serapan CO_2 yang sangat kuat dan menunjukan keberadaan atmosfer
- IV. Terdapat tanda-tanda serapan H_2O di berbagai rentang spektrum yang menunjukkan kelimpahan air yang besar sebagai pertanda keberadaan lautan

Urutan prioritas keutamaan indikator-indikator di atas, yang diacu orang saat ini, bagi pencarian exoplanet serupa Bumi adalah:

- A. I-II-III-IV
 - B. II-I-IV-III
 - C. II-III-I-IV
 - D. IV-I-III-II
 - E. III-II-IV-I
11. Kalender Cina merupakan sistem lunisolar dimana setiap hari libur Imlek bertepatan dengan konjungsi Bulan dengan menggunakan waktu UT+8 jam. Dalam kalender nasional, tanggal 19 Februari 2015 merupakan hari libur tahun baru Imlek 2566, dan konjungsi Bulan terjadi pada tanggal 19 Februari 2015 jam 07:48 WITA. Hari libur Imlek lainnya, hari libur tahun baru Imlek 2565 bertepatan dengan 31 Januari 2014 dan hari Libur Imlek 2564 bertepatan dengan 10 Februari 2013. Satu tahun kalender Cina terdiri dari 354 hari, 355 hari, 384 hari, atau 385 hari. Dengan demikian, dalam rentang tahun baru Imlek 2551 dan tahun baru Imlek 2570, jumlah tahun baru Imlek dengan jumlah hari 384 atau 385 hari adalah
- A. 2
 - B. 5
 - C. 7
 - D. 9
 - E. 10
12. Jika pengamat di Kota Bandung (lintang geografis $-6^{\circ} 57'$ LS dan bujur geografis $107^{\circ} 34'$ BT) mengamati Matahari terbenam pada tanggal 21 Juni pukul 17:43 WIB, maka pengamat di Manado (lintang geografis $+1^{\circ} 29'$ LU dan bujur geografis $124^{\circ} 52'$ BT) akan mengamati Matahari terbenam di tanggal yang sama pada pukul
- A. 16:13 WIB
 - B. 16:25 WIB
 - C. 16:48 WIB
 - D. 17:07 WIB
 - E. 17:13 WIB
13. Kelompok siswa di Yogyakarta (BT 110,24; LS 7,48) merencanakan mengamati Milky Way. Kelompok siswa tersebut memperoleh informasi posisi koordinat ekuatorial (saat pengamatan) asensiorekta dan deklinasi arah pusat Galaksi $17^{\text{h}} 45^{\text{m}} 37,224^{\text{s}}$ dan $-28^{\circ} 56' 10,23''$. Bila pengamatan dilakukan pada malam hari tanggal 20 Mei maka diharapkan kelompok siswa tersebut akan mengamati pusat Galaksi berkulminasi atas pada jam
- A. 1 jam 37 m setelah jam 24:00 WIB
 - B. 1 jam 37 m sebelum jam 24:00 WIB
 - C. tepat jam 24:00 WIB
 - D. 2 jam 46 m sebelum jam 24:00 WIB
 - E. 2 jam 46 m setelah jam 24:00 WIB

14. Gerhana Matahari terjadi ketika piringan Bulan menutupi piringan Matahari. Misalkan piringan Bulan dan Matahari tampak dengan diameter sudut yang sama (D) dan kedua titik pusat piringan objek terpisah oleh jarak $D/2$. Dari gambar di bawah ini, berapakah rasio piringan Matahari yang tertutup piringan Bulan?



- A. 0,3
B. 0,4
C. 0,5
D. 0,6
E. 0,7
15. Pada jarak d , partikel angin Matahari memiliki kerapatan ρ serta kecepatan v . Bila ketiga variabel tersebut diketahui, maka laju kehilangan massa Matahari (kg/detik) dapat dihitung dengan persamaan
- A. $\dot{M} = \rho v$
B. $\dot{M} = 2\pi d \rho v$
C. $\dot{M} = 4\pi d^2 \rho v$
D. $\dot{M} = \frac{4\pi}{3} d^3 \rho$
E. $\dot{M} = \frac{5\pi}{2} d^3 \rho v$
16. Sebuah koloni di Mars mengalami peningkatan populasi sehingga kebutuhan komunikasi jarak jauh mutlak dibutuhkan. Untuk itu, NASA meluncurkan satelit komunikasi stasioner terhadap Mars. Seperti satelit geostasioner, satelit tersebut memiliki periode orbit sama dengan periode rotasi planet Mars sehingga satelit berada pada bujur geografis yang tetap. Diukur dari pusat Mars, radius orbit satelit tersebut yang lebih dekat pada nilai yang benar adalah
- A. 16000 km
B. 16600 km
C. 18000 km
D. 20000 km
E. 22000 km

Soal Pilihan Ganda Bersyarat

Untuk dua soal berikut ini, 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

17. Pilihlah pernyataan yang benar.

1. Semakin tinggi temperatur suatu planet, maka semakin mudah planet tersebut kehilangan atmosfer.
2. Atmosfer planet dalam tersusun atas partikel yang relatif lebih ringan dibandingkan dengan atmosfer planet luar.
3. Planet luar dapat mempertahankan atmosfernya karena massanya yang besar dan jaraknya yang jauh dari Matahari.
4. Semakin besar planet, semakin mudah planet tersebut kehilangan atmosfer.

18. Di antara pernyataan di bawah ini, manakah yang BENAR?

1. Unsur yang lebih berat dari besi (Fe) dihasilkan saat ledakan Supernova
2. Bintang deret utama melawan pengerutan gravitasi dengan tekanan elektron terdegenerasi
3. Bintang dengan massa yang cukup besar mampu melakukan reaksi fusi di inti untuk menghasilkan unsur yang lebih berat dari besi (Fe)
4. Pada reaksi fusi hidrogen, empat inti hidrogen membentuk satu inti helium. Total massa satu inti helium lebih kecil daripada total massa empat inti hidrogen.

Soal Pilihan Ganda Sebab-Akibat

Gunakan petunjuk ini untuk menjawab soal-soal berikut:

- 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.

19. Hasil penelitian astronom pada tahun 1998 tentang energi gelap menunjukkan bahwa alam semesta kita sekarang sedang mengalami pengembangan yang diperlambat.

SEBAB

Gaya gravitasi yang selalu bersifat tarik menarik paling mendominasi dalam skala besar.

20. Materi antar bintang membuat nilai magnitudo bintang yang kita lihat mengecil.

SEBAB

Partikel materi antar bintang menyerap cahaya bintang yang berada di belakangnya.

Soal Essay

21. Diketahui diameter pupil mata adalah 5 mm. Dengan menggunakan kriteria Rayleigh,
- hitunglah limit resolusi sudut mata manusia pada panjang gelombang 550 nm,
 - hitunglah perbandingan jawabanmu ini dengan diameter sudut Bulan dan planet Jupiter (saat oposisi).
 - Jelaskan, apakah mata telanjang kita mampu memisahkan ciri-ciri pada piringan Bulan dan piringan Jupiter?
22. Dari hasil astrofotografi, diketahui ukuran Nebula Kepiting (M1) adalah $6'$. Objek tersebut berada pada jarak 100 pc. Dari hasil pengukuran efek Doppler, kecepatan pengembangan nebula diketahui sebesar 1400 km per detik. Anggaplah usia Nebula Kepiting pada waktu tertentu adalah waktu yang diperlukan Nebula Kepiting dari sebuah titik hingga mencapai ukuran pada waktu itu.
- Hitunglah radius linier Nebula Kepiting!
 - Hitung pula usia Nebula Kepiting!
23. Sebuah teleskop digunakan untuk melihat Bulan yang memiliki diameter sudut 30 menit busur. Medan pandang teleskop sama dengan diameter sudut Bulan dan teleskop tidak dilengkapi motor. Dalam waktu berapa lamakah Bulan sepenuhnya akan hilang dari medan pandang teleskop?
24. Analisis spektrum bintang ganda spektroskopik bergaris ganda yang juga merupakan bintang ganda gerhana dengan periode orbit $P = 8,6$ tahun menunjukkan pergeseran Doppler maksimum dari garis Balmer hydrogen H_α (656,281 nm), untuk komponen sekunder adalah $\lambda_s = 0,072$ nm dan untuk komponen primer $\lambda_p = 0,0068$ nm. Adapun bentuk kurva kecepatan radialnya adalah sinusoidal. Hitunglah setengah sumbu panjang sistem bintang ganda ini dinyatakan dalam satuan astronomi (au)!
25. Perhatikanlah sebuah teropong yang menemukan sebuah protogalaksi pada *redshift* $z = 12$. Misalnya teropong yang dimiliki Yale University di Kitt Peak berdiameter 3,5 meter (optikal). Cahaya dari protogalaksi memuat garis emisi H_α (semacam *tracer* dari laju pembentukan bintang). Panjang gelombang yang tertinggal dari garis H_α adalah 0,656 mikron di bagian optikal merah pada spektrumnya.
- Untuk protogalaksi ini, berapakah panjang gelombang H_α yang teramati?
 - Jika teropong mampu mengamati gelombang dalam rentang 0,3–2,2 mikron, dapatkan sebuah teropong inframerah-optikal di permukaan Bumi (semacam teropong yang disebutkan dalam soal) mengamati garis H_α ?
 - Carilah kerapatan rata-rata dari materi yang berkaitan dengan $z = 12$. Di sini diambil asumsi bahwa dalam alam semesta saat (hari) ini memiliki kerapatan materi sebesar $2,4 \times 10^{-27} \text{ kg m}^{-3}$.
26. Salah satu metode penentuan jarak galaksi spiral adalah relasi Tully-Fisher yakni luminositas sebanding dengan kecepatan rotasi maksimum pangkat empat. Diamati sebuah galaksi spiral A (yang mirip dengan Bimasakti) dengan radius 30 kpc dan memiliki 200 milyar bintang serupa Matahari. Diperoleh magnitudo galaksi tersebut adalah $m_B = 11$ dan kecepatan rotasi maksimum sebesar 250 km/detik. Jika kecepatan rotasi maksimum Bimasakti sebesar 220 km/detik, maka
- berapakah jarak galaksi A tersebut?
 - berapakah diameter sudut galaksi A tersebut?
 - taksirlah berapa magnitudo Bimasakti jika dilihat dari galaksi A !
27. Pada suatu saat, okultasi planet Jupiter oleh Bulan terjadi pada pukul 21:00 ketika ketinggian Jupiter 45° di atas horison timur. Seorang pengamat di kota A tidak dapat melihat Jupiter tertutup penuh oleh Bulan di saat puncak okultasi. Melalui teropong, ia hanya melihat lingkaran Bulan bersinggungan luar dengan Jupiter. Sementara itu, pengamat di kota B melihat Jupiter tertutup penuh oleh piringan Bulan. Namun dalam waktu yang sangat singkat, Jupiter muncul kembali.
- Gambarkanlah geometri dari peristiwa itu!
 - Berapakah jarak antara kota A dan kota B?

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	$8,3145 \text{ J/K/mol}$

Nama besaran	Notasi	Harga
Satuan astronomi	au	$1,49597870 \times 10^{11} \text{ m}$
Parsek	pc	$3,0857 \times 10^{16} \text{ m}$
Tahun cahaya	ly	$0,9461 \times 10^{16} \text{ m}$
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>)		$24^{\text{j}} 3^{\text{m}} 56^{\text{d}},56$
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	$T_{\text{eff},\odot}$	5785 K
Luminositas Matahari	L_{\odot}	$3,9 \times 10^{26} \text{ W}$
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_{D}	$7,348 \times 10^{22} \text{ kg}$
Jejari Bulan	R_{D}	1738000 m
Jarak rerata Bumi–Bulan		384399000 m
Konstanta Hubble	H_0	69,3 km/s/Mpc

Objek	Massa (kg)	Jejari ekuatorial (km)	P_{rotasi}	P_{sideris} (hari)	Jarak rerata ke Matahari (10^3 km)
Merkurius	$3,30 \times 10^{23}$	2440	58,646 hari	87,9522	57910
Venus	$4,87 \times 10^{24}$	6052	243,019 hari	244,7018	108200
Bumi	$5,97 \times 10^{24}$	6378	$23^{\text{j}} 56^{\text{m}} 4^{\text{d}},1$	365,2500	149600
Mars	$6,42 \times 10^{23}$	3397	$24^{\text{j}} 37^{\text{m}} 22^{\text{d}},6$	686,9257	227940
Jupiter	$1,90 \times 10^{27}$	71492	$9^{\text{j}} 55^{\text{m}} 30^{\text{d}}$	4330,5866	778330
Saturnus	$5,69 \times 10^{26}$	60268	$10^{\text{j}} 39^{\text{m}} 22^{\text{d}}$	10746,9334	1429400
Uranus	$8,66 \times 10^{25}$	25559	$17^{\text{j}} 14^{\text{m}} 24^{\text{d}}$	30588,5918	2870990
Neptunus	$1,03 \times 10^{26}$	24764	$16^{\text{j}} 6^{\text{m}} 36^{\text{d}}$	59799,8258	4504300