



**SOAL UJIAN
SELEKSI CALON PESERTA OLIMPIADE SAINS NASIONAL 2018
TINGKAT PROVINSI**



BIDANG ASTRONOMI

Waktu : 180 Menit

*downloaded from:
ivanjoannes.wordpress.com*

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH
DIREKTORAT PEMBINAAN SEKOLAH MENENGAH ATAS
TAHUN 2018**



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

Petunjuk terpenting:

1. Jawablah seluruh soal hanya di lembar jawaban dan jangan di lembar soal ini!
2. Dalam naskah ini ada 10 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. Perhatikan petunjuk lain yang dibacakan pengawas.

Soal Pilihan Ganda

1. Convection can occur inside a star. This stellar convection describes motion of gas. If we consider a star as an ideal gas, choose the right statement representing stellar convection in which a packet of gas rises slightly
 - A. The gas cools to a lower temperature than its new surroundings, so that it has a higher density than surroundings, it will continue to rise.
 - B. The temperature gradient of the gas is steep enough and the density is less dense than its new surroundings, then the gas will sink back again.
 - C. The gas cools to a lower temperature than its new surroundings, but its density is the same with surroundings. This makes the gas continues to rise.
 - D. If the temperature gradient of the gas is steep enough, the gas is less dense than its new surroundings, and it will continue to rise.
 - E. The gas has higher temperature and higher density than surroundings, so it will sink back again to where it comes from.
2. Sebuah bintang, yang mempunyai massa $10M_{\odot}$, radius $10R_{\odot}$, dan periode rotasi 3 bulan, mengalami keruntuhan menjadi suatu bintang neutron dengan radius 10 km. Asumsikan bintang berbentuk bola. Kecepatan rotasi bintang neutron yang terbentuk adalah
 - A. $3,5 \times 10^3$ km/detik
 - B. $1,9 \times 10^{15}$ km/detik
 - C. $3,8 \times 10^{17}$ km/detik
 - D. $1,6 \times 10^7$ km/detik
 - E. $3,9 \times 10^6$ km/detik

3. Hasil pengamatan menyimpulkan bahwa alam semesta mengembang. Hal ini diperoleh dari pengamatan
- Gelombang gravitasi dari materi gelap.
 - Gugus bola di Galaksi Bima Sakti bergerak mengelilingi pusat galaksi.
 - Pergeseran merah dari supernova SN Ia.
 - Pergeseran merah dari bintang-bintang di tepi lengan spiral Bima Sakti.
 - Pergeseran merah dari eksoplanet di Galaksi Bima Sakti.
4. *Manhattanhenge* adalah sebuah nama yang diberikan pada peristiwa sebelum tenggelam dan setelah terbit Matahari yang terjadi empat kali dalam setahun (dua kali untuk terbenam dan dua kali untuk terbit), yaitu saat posisi Matahari tepat sejajar arah timur-barat jalan-jalan utama kota New York, Amerika Serikat (lihat gambar di bawah ini). Salah satu peristiwa *Manhattanhenge* tahun ini terjadi saat menjelang Matahari tenggelam pada tanggal 11 Juli. Selain tanggal 11 Juli, kapan *Manhattanhenge* dapat terjadi lagi?



Sumber gambar: nypost.com

- 30 Mei
 - 30 Juni
 - 31 Juli
 - 11 Desember
 - 11 Januari
5. Pilihlah pernyataan yang SALAH di bawah ini:
- Bintang dapat runtuh dalam hitungan beberapa menit
 - Bintang dapat menghabiskan energi panas (termal) dalam beberapa jam
 - Bintang dapat melakukan reaksi fusi nuklir selama milyaran tahun
 - Bintang dapat bermassa puluhan kali massa Matahari
 - Temperatur bintang dapat menurun dari pusat hingga fotosfer, lalu meningkat kembali ke arah korona bintang

6. Diketahui gugus bintang Pleiades memiliki anggota sebagai berikut

TYC2	RAJ2000 (jam:menit:detik)	DEJ2000 ($^{\circ}$: ' : ")	Paralaks (mili detik busur)
1800-1974-1	03 46 13,7646	+24 11 47,623	7,56
1800-1908-1	03 46 27,3010	+24 15 17,326	7,74
1800-1935-1	03 47 10,0757	+24 16 35,278	7,15
1800-1579-1	03 47 04,2364	+23 59 42,092	7,13
1800-2201-1	03 47 21,0609	+24 06 57,888	7,88
1800-1607-1	03 47 19,3667	+24 08 20,157	7,64

Simpangan baku (standar deviasi) jarak bintang-bintang di gugus tersebut adalah

- 133,23 pc
 - 155,93 pc
 - 5,58 pc
 - 7,52 pc
 - 0,31 pc
7. Apa yang akan terjadi jika pembakaran termonukir di inti Matahari tiba-tiba berhenti?
- Matahari akan langsung padam dan tidak bersinar lagi karena sumber energinya berhenti diproduksi
 - Matahari masih akan tetap bersinar karena masih ada energi gravitasi akibat intinya yang mengerut
 - Inti Matahari akan langsung meledak karena tekanan yang tiba-tiba dari permukaannya
 - Lapisan permukaan Matahari akan langsung mengembang menjadi bintang raksasa
 - Matahari akan tetap bersinar karena sumber utama energi Matahari bukan dari inti, namun dari lapisan permukaannya
8. Pada tahun 1582, kalender Masehi mengalami reformasi, dan kemudian dinamakan kalender Gregorian. Dengan menggunakan periode sinodis Bulan dari daftar konstanta, jumlah bulan purnama selama 5700000 tahun Gregorian adalah sebanyak
- 70550000
 - 70500000
 - 70499151
 - 69500218
 - 68400000
9. Berikut ini pernyataan yang SALAH terkait pemanasan debu antar bintang adalah
- Debu antar bintang menyerap energi dari cahaya bintang.
 - Debu antar bintang mendapat energi dari tumbukan dengan atom dan partikel debu lainnya.
 - Debu antar bintang menyerap energi dari sublimasi atom atau molekul di permukaan debu.
 - Debu antar bintang menyerap energi dari gelombang kejut akibat ledakan supernova.
 - Debu antar bintang menyerap energi dari reaksi kimia yang terjadi di permukaan debu.

Untuk soal berikut ini, jawablah

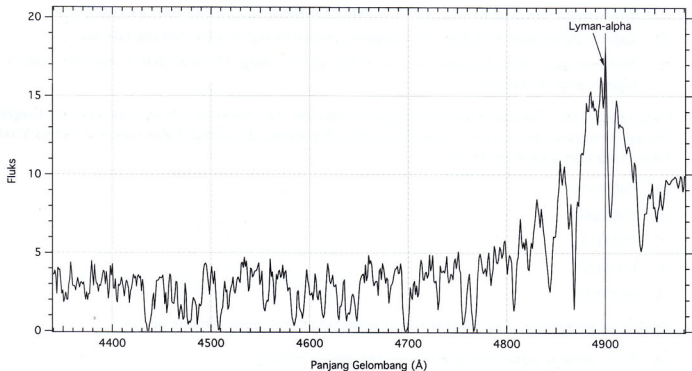
- A. jika 1, 2, dan 3 benar
- B. jika 1 dan 3 benar
- C. jika 2 dan 4 benar
- D. jika 4 saja benar
- E. jika semua benar

10. Stellar mass determines stellar evolution. Scientists classify stellar mass into three categories, i.e. low-mass stars, intermediate-mass stars, and high-mass stars. Choose the right statement(s) below that corresponds to the evolution of single stars.

- 1. High-mass stars have short lives, becoming hot enough to make iron, and end in nova explosions.
- 2. Stars of higher mass have higher core temperature and more rapid fusion, making those stars more luminous.
- 3. Low-mass stars have long lives, becoming hot enough to fuse carbon nuclei, and end as white dwarfs.
- 4. Intermediate-mass stars can make elements heavier than carbon and end as white dwarfs.

Soal Isian Singkat

11. Diketahui spektrum galaksi sebagai berikut



Deret Lyman mengikuti persamaan

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(1 - \frac{1}{n^2} \right)$$

dengan konstanta Rydberg $R = 1,0968 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$ dan $n = 2, 3, 4, \dots$ dan seterusnya. Berdasarkan spektrum galaksi di atas, pergeseran merah (*redshift*) dari galaksi tersebut adalah

12. Diketahui tekanan atmosfer pada permukaan Bumi adalah $1,0 \times 10^5 \text{ kg m}^{-1} \text{ s}^{-2}$ dan 70% permukaan Bumi tertutupi air laut dengan kedalaman rata-rata 4267 m. Massa jenis air laut adalah 1025 kg m^{-3} . Jika air laut di Bumi seluruhnya menguap ke atmosfer, maka tekanan atmosfer di Bumi yang baru adalah $\text{kg m}^{-1} \text{ s}^{-2}$.
13. Jika pada saat gerhana bulan perigee (atau istilah populernya *supermoon*), jarak Bumi-Bulan adalah 363300 km, dan pada saat gerhana bulan apogee (*micromoon*), jarak Bumi-Bulan adalah 405500 km. Perbandingan gaya pasang surut (gaya tidal) antara peristiwa gerhana bulan perigee dengan gerhana bulan apogee tersebut adalah
14. Gugus bintang Messier 6 (*Butterfly Cluster*) memiliki diameter sudut $20'$. Jika objek tersebut diamati dengan detektor *Charge Couple Device* (CCD) berukuran 510×510 piksel² (1 piksel = 9 mikron), maka panjang fokus teleskop yang digunakan untuk dapat mengamati keseluruhan objek adalah m.
15. The Mars Reconnaissance Orbiter (MRO) flies at an average altitude of 280 km above the Martian surface. If its cameras have an angular resolution of 0.2 arcseconds, the size of the smallest objects that the MRO can detect on the Martian surface is m.

Soal Esai

16. Bintang-bintang di langit tampak membentuk pola-pola tertentu yang kita kenal sebagai rasi bintang. Rasi Gubuk Penceng (atau Rasi Layang-layang) merupakan salah satu dari sekian banyak rasi bintang dan banyak digunakan oleh masyarakat untuk menentukan arah selatan. Diketahui rasi bintang tersebut terdiri dari bintang-bintang dengan koordinat sebagai berikut:

Nama Bintang	RA (jam:menit:detik)			DEC (° : ' : ")		
α Cru	12	26	35,9	-63	05	56,7
β Cru	12	47	43,3	-59	41	19,5
γ Cru	12	31	09,9	-57	06	47,6
δ Cru	12	15	08,7	-58	44	56,1

- (a) Buat sketsa rasi bintang tersebut sesuai dengan data pada tabel di atas. Beri nama bintang-bintang pada sketsa itu.
- (b) Tentukan jarak sudut antar bintang yang membentuk rangka layang-layang (dinyatakan dalam satuan derajat).
17. Di kutub Asteroid Ceres ditemukan bongkahan es. Es yang terakumulasi di kutub diperkirakan meluncur ke lintang yang lebih rendah pada awal pembentukan asteroid. Akibat gravitasi Ceres yang kecil, bongkahan es lepas dan mengorbit permukaan asteroid. Anggaplah bongkahan es bermassa m meluncur tanpa gesekan dan penguapan ke lintang yang lebih rendah akibat pengaruh gravitasi. Diketahui jejari rata-rata Ceres sebesar 473 km.
- (a) Di lintang berapa bongkahan es lepas dari gravitasi Ceres?
- (b) Berapa jarak tempuh bongkahan es dari kutub hingga titik terakhir sebelum lepas ke orbit (dinyatakan dalam satuan km)?
- (c) Berapa kecepatan bongkahan es saat lepas ke orbit (dinyatakan dalam satuan km/ detik)?

18. Saat energi potensial dan energi kinetik sama besar (energi total bernilai nol), sistem dikatakan pada keadaan kritis. Kerapatan alam semesta pada keadaan kritis, disebut kerapatan kritis, dapat diturunkan dari kekekalan energi Newton dengan bantuan rumus Hubble. Dengan asumsi alam semesta berbentuk bola, maka
- turunkanlah rumus kerapatan kritis yang bergantung pada konstanta Hubble dan konstanta gravitasi
 - hitunglah besar kerapatan kritis alam semesta
 - perkirakan jumlah seluruh bintang di alam semesta dengan asumsi seluruh massa materi yang menjadi bintang-bintang berasal dari 4% kerapatan kritis, dan umur alam semesta 13 milyar tahun. Asumsikan pula bintang yang terbentuk berukuran sama dengan Matahari.
19. Supernova tipe Ia (SN Ia) merupakan salah satu objek paling terang di alam semesta. Magnitudo mutlak supernova tersebut dapat mencapai $M = -21$. Andaikan sebuah SN Ia tampak di galaksi M90 yang berada di Gugus Virgo. Galaksi M90 adalah sebuah galaksi spiral yang memiliki ukuran sumbu panjang sebesar 9,5 menit busur dan sumbu pendek 4,5 menit busur. Jika diketahui galaksi tersebut berada pada jarak 60 juta tahun cahaya dari Bumi dan memiliki kecerlangan permukaan sebesar 22 magnitudo per detik busur kuadrat, tentukan
- Manakah yang lebih terang, galaksi ataupun supernova? Buktikan jawaban kalian !
 - Hitunglah magnitudo semu gabungan dari galaksi M90 dan SN Ia!
20. Bintang Arcturus (α Bootes) dan Hadar (β Centauri) masing-masing memiliki koordinat $\alpha_{\text{Arcturus}} = 14,0$ jam, $\delta_{\text{Arcturus}} = +19^\circ$ dan $\alpha_{\text{Hadar}} = 14,0$ jam, $\delta_{\text{Hadar}} = -60^\circ$
- Gambarkan posisi Arcturus dan Hadar pada bola langit
 - Tentukan rentang lintang pengamat yang dapat mengamati kedua bintang tersebut secara bersamaan.

downloaded from:
ivanjoannes.wordpress.com

Nama konstanta	Simbol	Harga
Kecepatan cahaya	c	$2,99792458 \times 10^8 \text{ m/s}$
Konstanta gravitasi	G	$6,673 \times 10^{-11} \text{ m}^3/\text{kg}/\text{s}^2$
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	$1,49597870 \times 10^{11} \text{ m}$
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>)		$24^{\text{h}} 3^{\text{m}} 56^{\text{s}}_{,56}$
Hari sideris rerata (<i>mean sidereal day</i>)		$23^{\text{h}} 56^{\text{m}} 4^{\text{s}}_{,09}$
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}	$3,9 \times 10^{26} \text{ W}$
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_{L}	$7,348 \times 10^{22} \text{ kg}$
Jejari Bulan	R_{L}	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	$1 \times 10^{-26} \text{ Wm}^{-2}\text{Hz}^{-1}$