



Hak Cipta
Dilindungi Undang-undang

SOAL UJIAN
SELEKSI CALON PESERTA OLIMPIADE SAINS NASIONAL 2013
TINGKAT PROVINSI



ASTRONOMI

Waktu : 180 menit

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN MENENGAH
DIREKTORAT PEMBINAAN SEKOLAH MENENGAH ATAS
TAHUN 2013



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

Nama	Provinsi	Tanggal Lahir
Sekolah & Kelas (saat ini)	Kabupaten/Kota	Tanda tangan

Dalam naskah ini ada 25 soal pilihan berganda, 5 soal essay, dan daftar konstanta.

Soal Pilihan Berganda

1. Dilihat dari Bumi, bintang-bintang tampak berkedap-kedip, sedang planet tidak demikian. Penjelasan yang paling tepat untuk fenomena ini adalah karena
 - A. cahaya yang datang dari bintang diserap oleh debu antar bintang
 - B. bintang bercahaya sendiri sedang planet memantulkan cahaya
 - C. diameter sudut bintang jauh lebih kecil dari planet
 - D. planet memancarkan cahaya sedang bintang melewatkan cahaya
 - E. Tidak ada satu pun yang benar

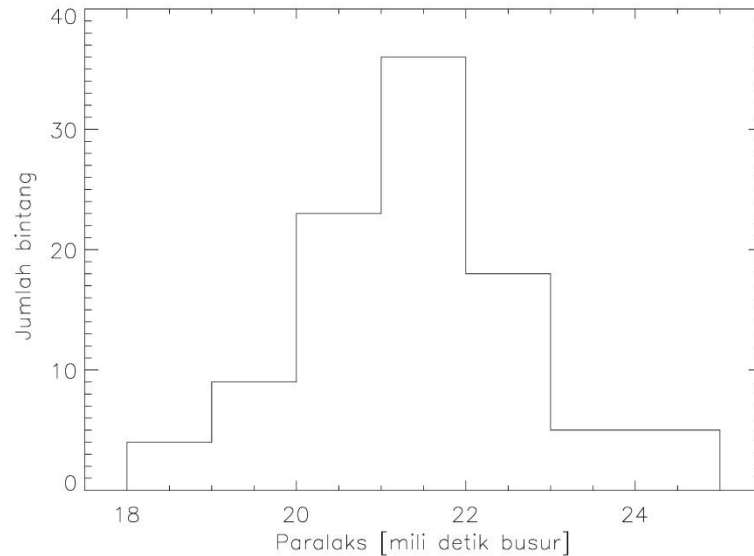
2. Polaris (the Pole star) appears stationary because
 - A. Earth is not moving with respect to Polaris
 - B. Earth is on the axis of rotation of Polaris
 - C. Polaris is almost along the axis of rotation of the Earth
 - D. both Earth and Polaris have same velocity in the Milky Way
 - E. None of the above is true.

3. Apabila kamu memegang kaca pembesar dengan panjang fokus 10 cm di bawah Matahari, dan meletakkan selembar kertas di titik fokus kaca pembesar tersebut, maka kamu akan membakar dan melubangi kertas tersebut. Berapakah ukuran dari lubang di kertas itu?
 - A. 10 mm
 - B. 5 mm
 - C. 0,5 mm
 - D. 0,1 mm
 - E. 1 mm

4. Dua buah bintang dengan massa masing-masing M dan $3 M$ ber-revolusi dalam orbit hampir lingkaran dengan periode T . Jika D menyatakan jarak antara kedua bintang itu, maka dapat dinyatakan oleh

- A. $D = \sqrt{\frac{GMT^2}{\pi}}$
- B. $D = \sqrt[3]{\frac{GMT^2}{\pi}}$
- C. $D = \sqrt[3]{\frac{2GMT^2}{\pi}}$
- D. $D = \sqrt{\frac{2GMT^2}{\pi}}$
- E. $D = \sqrt{\frac{GMT^2}{2\pi}}$

5. Jika diketahui luas bola langit adalah 4π steradian, maka luas seperempat bola langit dalam satuan derajat persegi adalah
- A. 20626,5
 - B. 10313,2
 - C. 41253,0
 - D. 57,3
 - E. 3282,8
6. Andaikan R adalah jarak bintang yang telah dikoreksi oleh serapan antar bintang A , dan D adalah jarak bintang yang belum dikoreksi oleh serapan antar bintang. Jika diketahui A sebesar 1,5 magnitudo, maka
- A. jarak R akan lebih besar 1,5 kali dari jarak D
 - B. jarak R akan lebih besar 2,0 kali dari jarak D
 - C. jarak R akan lebih kecil 0,5 kali dari jarak D
 - D. jarak R akan lebih kecil 1,5 kali dari jarak D
 - E. jarak R akan lebih kecil 2,0 kali dari jarak D
7. Radiasi benda hitam dari planet Jupiter memiliki intensitas puncak pada panjang gelombang 23,75 mikron. Teleskop ruang angkasa Spitzer mengamati berbagai objek langit dalam panjang gelombang inframerah dan dapat mengamati objek hingga magnitudo 25,5 dalam filter R (magnitudo mutlak Matahari dalam filter R adalah 4,42). Jika kita ingin mengamati secara langsung planet ekstrasolar sekelas Jupiter dengan teleskop Spitzer, maka planet tersebut tidak boleh lebih jauh dari jarak
- A. 13,4 parsek
 - B. 11,9 parsek
 - C. 9,8 parsek
 - D. 7,6 parsek
 - E. 5,1 parsek



8. Gambar di atas adalah histogram paralaks trigonometri (plx) dari 100 buah bintang anggota gugus terbuka Hyades. Jarak rerata dan simpangan baku dari bintang-bintang anggota gugus Hyades terhadap Matahari adalah

(Petunjuk: Gunakan persamaan berikut untuk menghitung simpangan baku jarak : $\sigma_D = \frac{\sigma_{plx}}{\langle plx \rangle^2}$,

dimana σ_{plx} adalah simpangan baku dari sebaran paralaks, dan $\langle plx \rangle$ adalah rerata dari sebaran paralaks)

- A. 21,5 parsek dan 1,3 parsek
 - B. 46,7 parsek dan 2,9 parsek
 - C. 39,9 parsek dan 751,6 parsek
 - D. 52,4 parsek dan 46,7 parsek
 - E. 56,3 parsek dan 2,9 parsek
9. Jika istilah “melintasi zenith” diartikan bahwa benda langit berimpit atau paling sedikit menyentuh zenith, posisi manakah di antara tempat-tempat berikut ini yang paling sering mengalami peristiwa “Matahari melintasi zenith” dalam kurun waktu setahun? (Anggaplah Bumi mengedari Matahari dalam orbit lingkaran sempurna).
- A. Tempat dengan lintang geografis 0°
 - B. Tempat dengan lintang geografis $11,75^\circ$ LU
 - C. Tempat dengan lintang geografis $23,5^\circ$ LS
 - D. Tempat dengan lintang geografis $66,5^\circ$ LU
 - E. Tempat dengan lintang geografis 90° LS
10. Apabila prosentase hidrogen di pusat Matahari kurang dari 10%, maka
- A. radius Matahari mengecil karena gravitasi bertambah
 - B. luminositas Matahari mengecil karena bahan bakar berkurang
 - C. radius Matahari membesar karena tekanan radiasi meningkat
 - D. kerapatan di pusat Matahari mengecil karena massa Matahari berkurang
 - E. temperatur permukaan Matahari meningkat karena radius Matahari bertambah

11. Anggaplah Bumi dan Mars mengelilingi Matahari di bidang ekliptika. Jika dianggap orbit Bumi dan Mars berbentuk lingkaran dan tanggal 3 Maret 2012 posisi Matahari–Bumi–Mars hampir segaris, maka pada bulan apakah kira-kira akan segaris lagi?
- A. Januari 2013
 - B. Maret 2013
 - C. Januari 2014
 - D. April 2014
 - E. Juni 2015
12. Sebuah proton datang dari angkasa luar ke arah khatulistiwa Bumi. Arah gerak proton tegak lurus terhadap permukaan Bumi. Proton akan dibelokkan oleh gaya Lorentz yang disebabkan oleh medan magnet Bumi. Apakah proton itu dapat mencapai permukaan Bumi jika tidak bertumbukan dengan partikel lain di udara?
- A. Dapat jika kecepatannya sangat tinggi melebihi kecepatan cahaya.
 - B. Dapat jika kecepatannya sangat tinggi melebihi kecepatan suara.
 - C. Dapat jika kecepatannya sangat tinggi sehingga jejari pembelokannya sangat besar sehingga lintasannya memotong permukaan Bumi.
 - D. Dapat jika kecepatannya sangat tinggi, sehingga perisai magnetik Bumi dapat ditembus oleh proton itu.
 - E. Tidak dapat karena gaya Lorentz akan membelokkan proton ke arah Timur sebelum proton mencapai tanah.
13. Suku bangsa Maya di Mesoamerika mempunyai beberapa macam kalender, salah satunya adalah kalender **Tzolkin** (kalender yang didasarkan pada penampakan planet Venus). Siklus kalender tersebut adalah 260 hari per tahun. Dalam astronomi, siklus kalender **Tzolkin** itu bersesuaian dengan siklus planet Venus. Siklus kalender **Tzolkin** 260 hari itu kemungkinan adalah
- A. selang waktu planet Venus sebagai bintang sore
 - B. masa menghilang planet Venus sebelum dan sesudah konjungsi inferior
 - C. selang waktu planet Venus sebagai bintang pagi
 - D. gabungan pilihan A dan B
 - E. gabungan pilihan A, B, dan C
14. Pencitraan teropong dengan sistem *catadioptric* menggunakan prinsip
- A. refraksi berkas cahaya
 - B. refleksi berkas cahaya
 - C. gabungan refraksi dan refleksi berkas cahaya
 - D. pengurangan berkas cahaya objek minimal
 - E. perjalanan lintasan minimal berkas cahaya ke bidang fokus
15. Pada saat gerhana Bulan penumbra berlangsung, perbandingan diameter sudut penumbra Bumi terhadap diameter sudut Bulan diperkirakan sebesar

- A. 2,5 – 3
- B. 5 – 10
- C. 1 – 2
- D. 12,5 – 15,5
- E. sekitar 10

16. Bintang di Deret Utama yang akan berevolusi menjadi bintang Neutron adalah bintang bermassa
- A. 1 massa Matahari
 - B. 10 massa Matahari
 - C. 100 massa Matahari
 - D. 1.000 massa Matahari
 - E. Tidak ada jawaban yang benar
17. Suatu bintang Neutron yang berputar sangat cepat memiliki radius sekitar 10 km. Bintang Neutron tersebut merupakan bagian dari proses evolusi bintang dan yang menyebabkan putarannya sangat cepat adalah
- A. bermassa besar yang menjadi Lubang Hitam; hukum kekekalan momentum
 - B. bermassa sedang yang meledak menjadi Katai Putih; hukum kekekalan energi
 - C. bermassa kecil yang meledak menjadi Katai Putih; hukum kekekalan massa
 - D. bermassa besar yang meledak sebagai supernova; hukum kekekalan energi
 - E. bermassa besar yang meledak sebagai supernova; hukum kekekalan momentum sudut
18. Pada bintang Deret Utama, luminositas bintang dapat dianggap berbanding lurus dengan pangkat tiga massa bintang. Jika energi total yang dipancarkan bintang selama di Deret Utama dianggap sebanding dengan massanya, maka untuk dua bintang A dan B dengan massa masing-masing $M_A = 2$ massa Matahari, dan $M_B = 4$ massa Matahari berlaku
- A. energi total selama di Deret Utama untuk bintang A dua kali lebih besar dari energi total bintang B
 - B. bintang A berada di Deret Utama dalam waktu dua kali lebih panjang dibandingkan dengan bintang B
 - C. energi total selama di Deret Utama untuk bintang B empat kali lebih besar dari energi total bintang A
 - D. bintang B berada di Deret Utama dalam waktu empat kali lebih pendek dibandingkan dengan bintang B
 - E. bintang A berada di Deret Utama dalam waktu delapan kali lebih panjang dibandingkan dengan bintang B
19. Walaupun diameter Saturnus kira-kira 8 kali diameter Bumi, berat badan kita hampir tidak berubah bila kita berada di permukaan Saturnus. Menurut kamu, apa yang menyebabkan hal ini terjadi?
- A. Volume Saturnus lebih besar dibandingkan dengan volume Bumi.
 - B. Kerapatan materi penyusun Saturnus lebih besar dari kerapatan materi penyusun Bumi.
 - C. Temperatur Saturnus lebih rendah dibandingkan dengan temperatur Bumi.

- D. Kerapatan materi penyusun Saturnus lebih kecil dari kerapatan materi penyusun Bumi.
- E. Massa Saturnus lebih besar dari massa Bumi.

20. *Redshift* sebuah gugus galaksi berharga $z = 0,05$. Radius gugus tersebut sebesar $R_G = 2$ Megaparsek. Berapa radius gugus (dalam menit busur) pada citra yang diambil?

- A. $31',8$
- B. $30',8$
- C. $29',8$
- D. $28',8$
- E. $27',8$

21. Gugus bola

- A. terutama terdapat dalam halo Galaksi.
- B. terutama terdapat dalam *bulge* Galaksi.
- C. mengandung banyak bintang yang muda dan panas.
- D. merupakan tempat yang baik untuk mencari supernova masif.
- E. terdistribusi secara asimetris di dalam Galaksi.

22. Kurva rotasi piringan sebuah galaksi spiral adalah kurva yang menggambarkan hubungan antara jarak dari pusat galaksi dan kecepatan linear bintang mengitari pusat galaksi. Secara umum, kurva rotasi piringan galaksi spiral menunjukkan kecepatan yang konstan hingga pada jarak yang jauh dari pusat. Pernyataan yang benar untuk kurva rotasi seperti ini adalah (dengan M adalah massa, Ω adalah kecepatan sudut, dan R adalah jarak)

- A. $M \propto R^{-1/2}$ dan $\Omega = \text{konstan}$
- B. $M \propto R^{-1/2}$ dan $\Omega \propto R^{-1}$
- C. $M \propto R$ dan $\Omega \propto R^{-1}$
- D. $M \propto R^{-3/2}$ dan $\Omega \propto R^{-1/2}$
- E. $M = \text{konstan}$ dan $\Omega \propto R^{-1}$

Pilihan Ganda Bersyarat

Untuk soal nomor 23-25, 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

23. Di antara besaran Matahari di bawah ini, yang diperlukan untuk memperkirakan massa Galaksi adalah

1. kecepatan Matahari mengelilingi Galaksi

2. massa Matahari
3. jarak Matahari dari pusat Galaksi
4. komposisi kimia Matahari

24. Pernyataan yang BENAR di bawah ini yang merupakan cara mendeteksi keberadaan debu antar bintang di dalam Galaksi kita adalah

1. melalui caranya menyerap dan menyebarkan cahaya bintang
2. melalui emisi pada daerah optik
3. melalui emisi pada daerah inframerah
4. melalui emisi pada garis 21 cm

25. Mengapa bintang-bintang di halo Galaksi sedikit sekali memiliki elemen berat seperti karbon, nitrogen, dan oksigen seperti yang banyak ditemui di bintang-bintang sekitar Matahari?

1. Elemen-elemen tersebut telah habis digunakan oleh bintang-bintang di halo dalam reaksi fusi di intinya.
2. Karbon, nitrogen, dan oksigen adalah elemen yang banyak ditemui dalam makhluk hidup, sedangkan di bintang-bintang halo tidak ada kehidupan.
3. Pembentukan elemen karbon, nitrogen, dan oksigen memerlukan bintang masif, sedangkan di halo tidak ada bintang masif.
4. Saat bintang-bintang di halo terbentuk, elemen karbon, nitrogen, dan oksigen baru sedikit sekali terbentuk.

Soal Essay

1. Pak Ikbal berkunjung ke suatu tempat dengan lintang geografis ϕ dan bujur geografis $82,5^\circ$ BT pada tanggal 21 Juni. Beliau mengamati bahwa pada siang hari lokal, bayangan dari tongkat yang berdiri tegak dengan panjang 1 meter adalah 26,8 cm relatif ke selatan.
 - a. Tentukanlah lintang geografis tempat yang dikunjungi pak Ikbal!
 - b. Di belahan bumi manakah lokasi yang dikunjungi pak Ikbal ini?
 - c. Tentukanlah pada hari apa, saat siang hari lokal, panjang bayangan tongkat ini terpanjang? Hitunglah panjang dan arah bayangan tersebut!
2. Pada tanggal 13 April 2029, sebuah asteroid 99942-Apophis mendekati Bumi. Pada saat itu, jaraknya adalah 0,10 LD (*Lunar Distance* = jarak rerata Bumi-Bulan). Sekelompok astronom akan mengukur paralaks asteroid tersebut dari Observatoire de Paris dan Naval Observatory Washington secara simultan. Posisi geografi kedua observatorium tersebut adalah

Observatoire de Paris (Perancis):

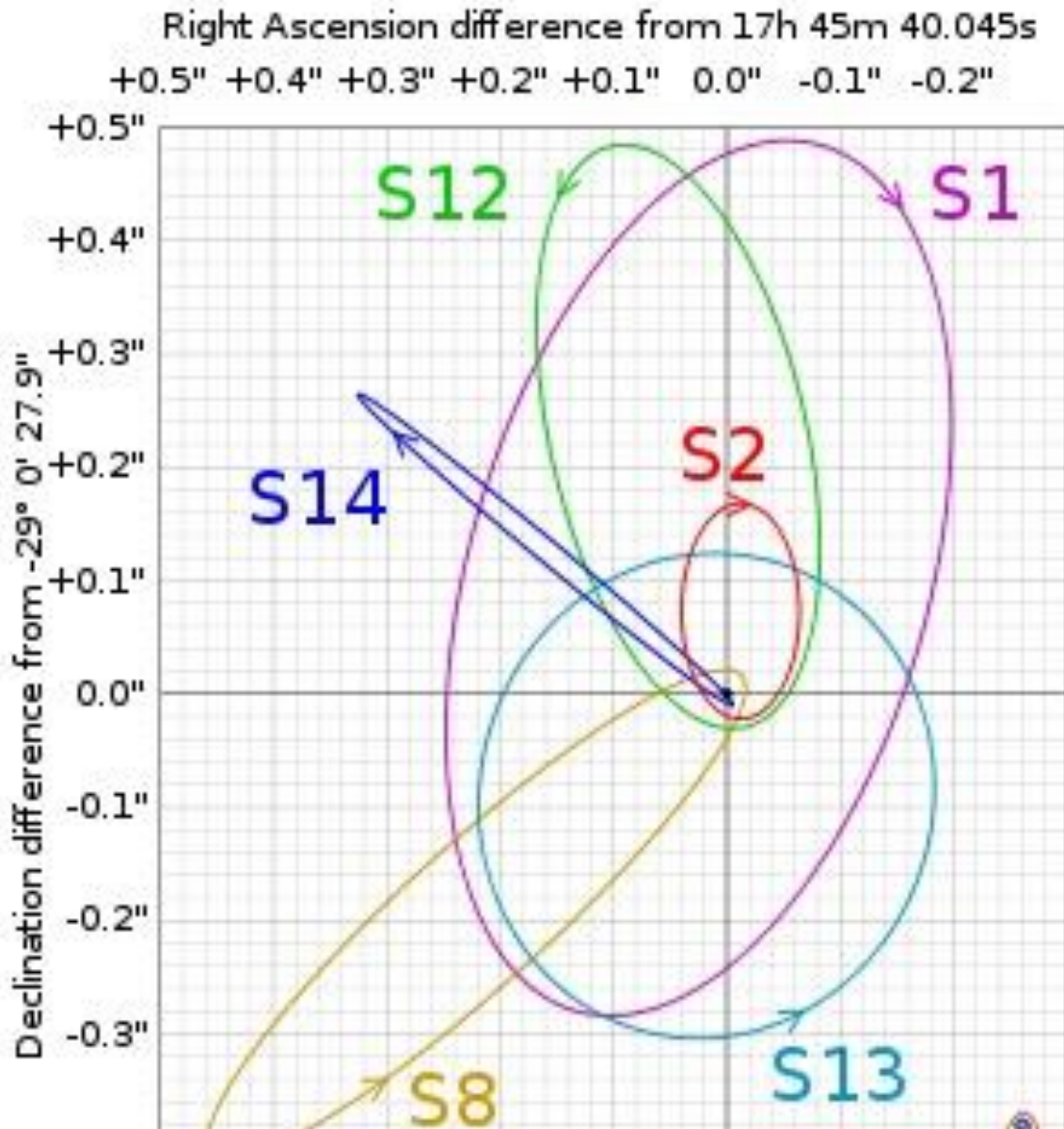
$\lambda_1 = 2^\circ 20' 14''$ BT dan $\phi_1 = 48^\circ 50' 11''$ LU

Naval Observatory Washington (Amerika Serikat):

$\lambda_2 = 77^\circ 03' 56''$ BB dan $\phi_2 = 38^\circ 55' 17''$ LU

- a. Gambarkan posisi kedua observatorium tersebut di permukaan bola Bumi!

- b. Hitunglah jarak terdekat kedua observatorium tersebut (dinyatakan dalam satuan km)!
 - c. Berapakah paralaks asteroid tersebut?
3. Gerak bintang-bintang di sekitar pusat Galaksi diamati selama bertahun-tahun sehingga diperoleh diagram orbit beberapa bintang seperti pada gambar di bawah ini. Semua bintang nampak mengorbit sebuah objek yang tak terlihat. Perhatikan gambar bintang yang diberi kode S2. Bintang S2 mengelilingi objek itu dengan periode 15,2 tahun. *Pericentre* (jarak terdekat bintang terhadap objek tersebut) orbit bintang itu kira-kira 17 jam cahaya, dan eksentrisitasnya 0,88.



Sumber : Astrophysical Journal no 628

Jika jarak Matahari dari pusat Galaksi adalah 8,3 kiloparsek dimana 1 parsek = 206265 au,

- a. hitunglah massa objek yang dikelilingi bintang S2 itu!
- b. perkirakanlah jenis objek tak terlihat itu! Jelaskan alasan dari jawabanmu!
- c. perkirakanlah sudut inklinasi orbit bintang S2 itu berdasarkan diagram di atas!

4. Konsentrasi debu yang tinggi pada bidang Galaksi sangat mengaburkan pandangan ke arah pusat Galaksi. Karena debu menyerap cahaya bintang, jumlah foton yang sampai ke Bumi berkurang. Serapan pada panjang gelombang optis sangat besar, mencapai 30 magnitudo. Dengan hanya memperhitungkan efek pengurangan fluks foton oleh serapan (tidak mempertimbangkan pengurangan fluks terhadap kuadrat jarak), tentukanlah jumlah foton yang dipancarkan oleh sebuah sumber di pusat Galaksi untuk setiap foton yang kita terima di Bumi!

5. Sebuah gugus bintang terdiri dari 200 bintang kelas F5V ($M_V = 3,3$; $B-V = 0,41$) dan 20 bintang kelas K0III ($M_V = 0,7$; $B-V = 1,02$). Tentukan M_V , M_B , dan $(B-V)$ dari gugus tersebut!

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	σ	$5,6693 \times 10^{-8} \text{ J s}^{-1} \text{ m}^{-2} \text{ K}^{-4}$
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_H	$1,6734 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Massa atom ${}_2\text{He}^4$	m_{He}	$6,6459 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Konstanta gas	R	$8,3143 \text{ K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

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	$l.y.$	$0,9461 \times 10^{16} \text{ m}$
Tahun sideris		365,2564 hari
Tahun tropik		365,2422 hari
Tahun Gregorian		365,2425 hari
Tahun Julian		365,2500 hari
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>)		$24^j 3^m 56^d,56$
Hari sideris rerata (<i>mean sidereal day</i>)		$23^j 56^m 4^d,09$
Massa Matahari	M_{\odot}	$1,989 \times 10^{30} \text{ kg}$
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
Magnitudo mutlak bolometrik Matahari	M_{bol}	4,72

Nama besaran	Notasi	Harga
Massa Bulan	M_{J}	$7,35 \times 10^{22}$ kg
Jejari Bulan	R_{J}	1.738 km
Jarak rerata Bumi–Bulan		384.399 km
Konstanta Hubble	H_0	69,3 km/s/Megaparsek

Objek	Massa (kg)	Jejari (km)	Periode Rotasi	Periode Sideris (hari)	Periode Sinodis (hari)
Merkurius	$3,30 \times 10^{23}$	2.439	58,6 hari	87,97	115,9
Venus	$4,87 \times 10^{24}$	6.052	243,0 hari	244,70	583,9
Bumi	$5,97 \times 10^{24}$	6.378	$23^j 56^m 4^d,1$	365,25	-
Mars	$6,42 \times 10^{23}$	3.397	$24^j 37^m 22^d,7$	687,02	779,9
Jupiter	$1,90 \times 10^{27}$	71.398	$9^j 55^m 30^d$	4.333	398,9
Saturnus	$5,69 \times 10^{26}$	60.000	$10^j 30^m$	10.743	378,1
Uranus	$8,70 \times 10^{25}$	26.320	$17^j 14^m$	30.700	369,7
Neptunus	$1,03 \times 10^{26}$	24.300	18^j	60.280	367,5
Pluto	$1,00 \times 10^{22}$	1.150	6,39 hari	90.130	366,7