



**SOAL UJIAN  
SELEKSI CALON PESERTA OLIMPIADE SAINS NASIONAL 2014  
TINGKAT PROVINSI**



**BIDANG ASTRONOMI**

Waktu : 210 Menit

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

## Peserta

Persyaratan peserta olimpiade sains bidang astronomi:

- Siswa SMP/MTs kelas IX
- Siswa SMA/MA kelas X dan XI
- Memiliki nilai IPA untuk SMP/MTs tidak kurang dari 3,0
- Memiliki nilai Fisika, Matematika, dan Bahasa Inggris masing-masing tidak kurang dari 3,0
- Belum pernah mengikuti Pembinaan Nasional Tahap Dua
- Tidak buta warna yang dibuktikan dengan surat keterangan dokter
- Mampu melakukan kerja praktek di lapangan
- Mampu mengoperasikan perangkat komputer

## Petunjuk Pengerjaan Soal OSP Astronomi bagi Pengawas

1. Peserta lebih dulu mengisi biodata kurang lebih 20 menit dengan pensil
2. Sebelum mengerjakan tes, periksalah kelengkapan naskah yang diberikan
3. Dalam lembar soal ada 20 soal pilihan berganda, 5 soal essay pendek, 5 soal essay panjang, dan daftar konstanta
4. Waktu mengerjakan tes adalah 3½ jam (210 menit)
5. Peserta **diperbolehkan** menggunakan **kalkulator** selama tes.
6. Pada lembar jawaban, siswa diwajibkan menuliskan : Nama Peserta, Provinsi, Tanggal Lahir, Sekolah dan Kelas (saat ini), Kabupaten/Kota, dan Tanda Tangan
7. Untuk pilihan berganda, gunakan *ballpoint* dengan memberi tanda “X” pada jawaban yang benar, dan untuk mengubah pilihan jawaban beri tanda “✗”.
8. Untuk pilihan berganda: Tidak ada pengurangan nilai untuk jawaban yang salah.

9. Untuk soal essay pendek: **Jawaban harus ditulis di dalam kotak yang telah disediakan di lembar jawaban.**
10. Untuk soal essay panjang: **Jawablah soal dimulai pada sebuah lembaran baru, jika tidak mencukupi gunakan halaman sebaliknya. Soal yang berbeda dijawab di lembar yang berbeda.**
11. Mulailah bekerja setelah pengawas memberi tanda dimulai dan berhenti bekerja setelah pengawas memberi tanda selesai.
12. Apabila siswa telah selesai mengerjakan tes, siswa diminta untuk memeriksa kembali jawaban mereka. Siswa yang telah selesai mengerjakan tes sebelum waktu tes berakhir, tidak diperkenankan meninggalkan ruangan.
13. Ketika siswa meninggalkan ruangan, soal dan lembar jawaban diletakkan di atas meja masing-masing.
14. Lembar jawaban harus dikumpulkan kembali ke petugas pusat untuk dibawa ke Jakarta. Lembar soal disimpan di kantor Dinas Pendidikan Propinsi untuk kemudian dibagikan ke masing-masing sekolah.
15. Peserta tidak diperkenankan membawa alat komunikasi (telepon seluler) dan komputer ke dalam ruang ujian.



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

<b>Nama</b> .....	<b>Provinsi</b> .....	<b>Tanggal Lahir</b> .....
<b>Sekolah &amp; Kelas (saat ini)</b> .....	<b>Kabupaten/Kota</b> .....	<b>Tanda tangan</b> .....

*Petunjuk terpenting:*

1. Dalam naskah ini ada 20 soal pilihan berganda, 5 soal essay pendek, 5 soal essay panjang, 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 Berganda**

1. Apakah yang dimaksud dengan luminositas Matahari?
  - A. Besarnya energi yang dipancarkan oleh Matahari
  - B. Besarnya energi Matahari yang diterima di permukaan Bumi
  - C. Kecerlangan Matahari yang diukur pada jarak tertentu
  - D. Terang sebenarnya Matahari yang sampai ke Bumi
  - E. Daya Matahari yang diterima di Bumi per satuan luas per satuan waktu
2. Secara spektroskopi, astronom mendeteksi kehadiran medan magnet pada objek-objek astronomi melalui
  - A. efek Zeeman
  - B. terowongan kuantum
  - C. keberadaan garis-garis Balmer
  - D. efek polarisasi
  - E. bentuk kurva benda hitam
3. Sebuah bintang mempunyai jejari 2000 km dan temperatur permukaan 10000 K. Jika jarak bintang ini 10 parsek, maka bintang
  - A. sulit diamati dengan mata telanjang karena jaraknya yang terlalu jauh
  - B. sulit diamati dengan mata telanjang karena nilai magnitudonya yang terlalu besar
  - C. relatif lebih mudah diamati dengan mata telanjang karena temperturnya yang tinggi
  - D. relatif lebih mudah diamati dengan mata telanjang karena nilai magnitudonya yang besar
  - E. Tidak dapat disimpulkan apakah dapat diamati dengan mata telanjang atau tidak

4. Jarak dari pusat Bumi ke sebuah satelit yang bergerak melingkari Bumi dengan periode orbit 150% periode sideris Bulan adalah
- A.  $1,02 \times 10^8$  meter
  - B.  $2,02 \times 10^8$  meter
  - C.  $3,02 \times 10^8$  meter
  - D.  $4,02 \times 10^8$  meter
  - E.  $5,02 \times 10^8$  meter
5. Panjang satu tahun kabisat pada Kalender Matahari Kala Sunda (KMKS) dan Kalender Matahari Gregorian (KMG) adalah 366 hari. Panjang satu tahun basit pada kedua kalender tersebut adalah 365 hari. Aturan tahun kabisat pada KMKS adalah setiap tahun yang habis dibagi 4 dan tidak habis dibagi 128. Aturan tahun kabisat pada KMG adalah setiap tahun kelipatan 100 yang habis dibagi 400, atau setiap tahun bukan kelipatan 100 yang habis dibagi 4. Aturan tahun basit pada kedua kalender tersebut adalah tahun yang tidak memenuhi aturan tahun kabisat. Dengan demikian, dalam kurun waktu 51200 tahun
- A. KMG mempunyai 16 tahun kabisat lebih banyak daripada KMKS
  - B. KMKS mempunyai 16 tahun kabisat lebih banyak daripada KMG
  - C. KMG mempunyai jumlah tahun kabisat sama dengan KMKS
  - D. KMG mempunyai 31 tahun kabisat lebih banyak daripada KMKS
  - E. KMKS mempunyai 31 tahun kabisat lebih banyak daripada KMG
6. Jika sabit tipis Bulan tampak sesaat sebelum Matahari terbit, berarti Bulan menuju ke fase
- A. Bulan baru
  - B. Seperempat pertama
  - C. Purnama
  - D. Seperempat akhir
  - E. Gembung Bulan
7. Komposisi atom di fotosfer Matahari dapat dipelajari dengan
- A. mengamati jumlah bintik Matahari
  - B. menerapkan hukum pergeseran Wien dalam spektrum Matahari
  - C. menelaah garis absorpsi spektrum Matahari
  - D. mengamati Korona pada saat terjadinya Gerhana Matahari Total
  - E. mengamati siklus Matahari secara terus menerus
8. Jika Matahari berada pada jarak 4,37 tahun cahaya, apakah Matahari masih dapat kita amati tanpa alat bantu teleskop?
- A. Tidak, karena jarak Matahari terlalu jauh dari Bumi sehingga sulit diamati hanya dengan mata telanjang
  - B. Ya, karena jarak tidak mempengaruhi seberapa besar fluks energi Matahari yang diterima di Bumi
  - C. Tidak, karena luminositas Matahari menjadi jauh lebih kecil dibandingkan ketika berada lebih dekat dengan Bumi
  - D. Ya, karena magnitudo semuanya masih dalam rentang pengamatan mata manusia
  - E. Belum bisa diketahui, bergantung pada temperatur Matahari ketika berada pada jarak yang lebih jauh
9. Sebuah satelit dengan massa 1000 kg bergerak dalam orbit lingkaran pada ketinggian 400 km dari permukaan Bumi. Kecepatan linear satelit tersebut adalah
- A. 7,67 km/s
  - B. 7,90 km/s

- C. 10,84 km/s  
D. 11,20 km/s  
E. 31,56 km/s
10. Berikut ini adalah koordinat ekuator dua benda langit pada tanggal 9 April 2014: Mars  $\alpha = 13^h 12^m$ ,  $\delta = -5^\circ 2'$  dan Matahari  $\alpha = 1^h 10^m$ ,  $\delta = +7^\circ 23'$ . Dari sebuah pulau kecil dengan lintang geografis  $0^\circ$ , berapa lamakah pada malam itu Mars berada di atas horizon?
- A. 12 jam  
B. 14 jam  
C. 2 jam  
D. 6 jam  
E. 7 jam
11. Dua bintang berjejer sama masing-masing mempunyai temperatur 6000 K dan 5000 K. Energi yang dihasilkan oleh bintang yang temperaturnya lebih tinggi adalah .... kali lebih besar dari bintang yang temperaturnya lebih rendah.
- A. 1,2  
B. 1,4  
C. 1,6  
D. 1,8  
E. 2,1
12. Dari kurva Planck tiga pemancar benda hitam dengan temperatur masing-masing  $T_1 = 12000$  K,  $T_2 = 9000$  K, dan  $T_3 = 6000$  K, maka perbandingan panjang gelombang intensitas maksimum pemancar adalah
- A.  $\lambda_2 = 3\lambda_1/4$ ,  $\lambda_3 = 2\lambda_1$   
B.  $\lambda_2 = 4\lambda_1/3$ ,  $\lambda_3 = \lambda_1/2$   
C.  $\lambda_2 = 4\lambda_1/3$ ,  $\lambda_3 = 2\lambda_1$   
D.  $\lambda_2 = 3\lambda_1/4$ ,  $\lambda_3 = \lambda_1/2$   
E.  $\lambda_2 = 2\lambda_1$ ,  $\lambda_3 = 4\lambda_1/3$
13. Venus adalah planet kedua terdekat dari Matahari setelah Merkurius, tetapi temperatur rata-rata permukaannya lebih tinggi dibandingkan dengan Merkurius. Hal ini disebabkan oleh
- A. bombardir meteor yang menerus di permukaan Venus  
B. albedo Venus yang sama dengan Merkurius yakni 0,75  
C.  $\text{CO}_2$  pada atmosfer Venus memberikan efek rumah kaca  
D. kerapatan Venus sama dengan kerapatan Bumi yakni  $5300 \text{ kg/m}^3$   
E. ukuran Venus lebih besar daripada ukuran Merkurius
14. Pesawat rover Pathfinder yang diluncurkan oleh Amerika melakukan pemotretan di permukaan planet Mars, dengan perintah yang dikirim dari Bumi melalui gelombang radio. Perintah diberikan pada pukul 23:05 saat oposisi Mars. Jika proses menerima perintah, mengarahkan kamera, memotret lalu mengirimkan datanya ke Bumi membutuhkan waktu 7 menit, pada pukul berapa stasiun pengendali di Amerika menerima fotonya? Anggap Bumi dan Mars mengelilingi Matahari dalam orbit lingkaran.
- A. Pukul 23:09  
B. Pukul 23:12  
C. Pukul 23:16  
D. Pukul 23:20  
E. Pukul 23:25

15. Agar sebuah teleskop dapat melihat dengan jelas sebuah kawah di Bulan dengan diameter 2 kilometer, maka teleskop itu harus mempunyai daya pisah
- kurang dari 1,0 detik busur
  - sekitar 1,2 detik busur
  - lebih besar dari 1,4 detik busur
  - 1,6 detik busur
  - antara 1,5 dan 1,8 detik busur
16. Jarak terdekat komet P/Halley (periode = 76 tahun) ke Matahari adalah  $8,9 \times 10^{10}$  meter. Eksentrisitasnya adalah
- 0,567
  - 0,667
  - 0,767
  - 0,867
  - 0,967
17. Pilih mana yang BENAR
- Panjang gelombang dari garis emisi yang dihasilkan oleh sebuah elemen berbeda dari panjang gelombang garis absorpsi yang dihasilkan oleh elemen yang sama.
  - Energi foton berbanding terbalik dengan panjang gelombang radiasinya.
  - Energi foton berbanding lurus dengan panjang gelombang radiasinya.
  - Garis spektrum hidrogen relatif lemah pada Matahari karena Matahari mengandung hidrogen yang lebih sedikit.
  - Garis Fraunhofer adalah garis emisi dalam spektrum Matahari.

## Pilihan Ganda Bersyarat

Untuk tiga soal berikut ini, jawablah

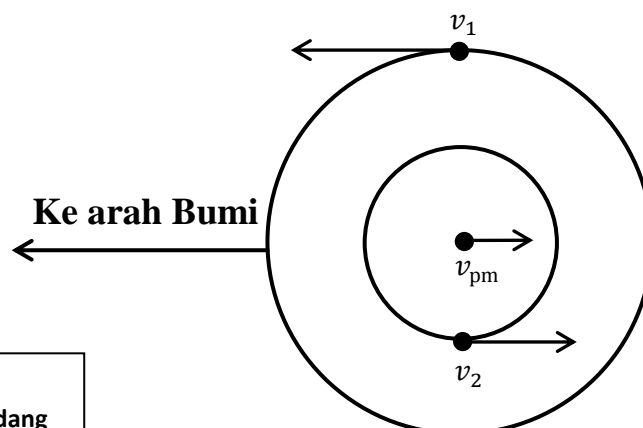
- jika 1, 2, dan 3 benar
  - jika 1 dan 3 benar
  - jika 2 dan 4 benar
  - jika 4 saja benar
  - jika semua benar
18. Hingga saat ini, anggota Tata Surya yang diketahui mempunyai medan magnet adalah
- Bumi
  - Venus
  - Jupiter
  - Mars
19. Satelit alami yang saat ini diketahui TIDAK mempunyai atmosfer adalah
- Bulan
  - Titan
  - Phobos
  - Io

20. Jika kita menggunakan teropong bintang untuk meneropong objek-objek di permukaan Bumi, akan tampak citranya terbalik. Sesungguhnya ahli optik dapat saja membuatnya tidak terbalik, seperti jika kita menggunakan teropong medan (binokuler). Mengapa teropong bintang tidak dirancang untuk menghasilkan citra tegak? Karena untuk menghasilkan citra tegak
1. biaya produksi akan lebih tinggi
  2. diperlukan lensa tambahan yaitu lensa pembalik
  3. resiko kehilangan energi cahaya di dalam teropong akan lebih besar
  4. tidak sesuai dengan prinsip-prinsip astronomi

## Soal Essay Pendek

**Jawaban harus ditulis di dalam kotak yang disediakan di lembar jawaban.**

21. Dari definisi pergeseran merah (*redshift*,  $z$ ) dan hukum pergeseran Wien akan didapatkan hubungan temperatur dan *redshift*,  $T(z)$ . Saat ini temperatur radiasi latar belakang (*Cosmic Microwave Background*, CMB) yang teramati adalah sebesar 2,7 K. Berapa temperatur CMB pada pergeseran merah  $z = 9$ ?
22. Sebuah asteroid mengorbit Matahari tepat di bidang ekliptika, di antara orbit Mars dan Jupiter. Jejari orbit asteroid tersebut adalah 2,6 satuan astronomi. Jika hari ini asteroid tersebut tepat berada di belakang Matahari, maka hitunglah berapa hari diperlukan agar asteroid tersebut kembali tepat berada di belakang Matahari?
23. Dilihat dari Bumi, sebuah eksoplanet transit di depan bintang induknya sehingga membuat bintang induk tampak meredup 0,0128 magnitudo. Jika cahaya pantulan dari planet dapat diabaikan, berapakah perbandingan jejari planet terhadap bintang induknya?
24. Setiap satu reaksi penggabungan nuklir di pusat Matahari melibatkan 6 proton yang akhirnya menghasilkan kembali 2 proton dan 1 inti helium ( ${}^4_2\text{He}$ ). Dengan mengabaikan massa nukleon lain (misal positron), hitunglah besar energi per detik yang dihasilkan jika jumlah reaksi per detik sebanyak  $10^{34}$ .
25. Berdasarkan konfigurasi bintang ganda spektroskopi relatif terhadap pengamat yang sebidang dengan bidang orbit sistem bintang ganda, seperti di gambar bawah, buatlah kurva kecepatan radial (dalam km/s) terhadap fase orbit. Diketahui
- a.  $M_1 = 1 M_\odot$ ,  $M_2 = 2 M_\odot$
  - b. Periode orbit,  $P = 30$  hari
  - c. Kecepatan radial titik pusat massa,  $v_{\text{pm}} = +42$  km/s





## Soal Essay Panjang

**Jawaban ditulis di lembar terpisah yang disediakan. Soal yang berbeda dijawab di lembar yang berbeda.**

26. 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/s, dengan arah mirip gerak satelit tapi membentuk sudut kira-kira  $30^\circ$  terhadap arah gerak satelit tersebut. Setelah tabrakan, meteoroid itu melesak ke dalam satelit tapi tidak menghancurkannya. Berapa kecepatan satelit sesaat setelah tumbukan dan kemana arahnya yang baru?
27. Bintang Barnard adalah salah satu bintang dekat Matahari yang memiliki gerak diri terbesar ( $\mu = 10,34''/\text{tahun}$ ). Bintang tersebut memiliki kecepatan radial sebesar  $-108 \text{ km/s}$ , dan paralaks sebesar  $0,546''$ . Suatu saat di masa depan, bintang tersebut akan berpapasan dekat dengan Matahari. Gambarkanlah komponen kecepatan bintang Barnard terhadap Matahari! Hitunglah jarak terdekat bintang Barnard terhadap Matahari dan kapan saat itu terjadi?
28. Dua buah gugus bintang, A dan B, yang terletak pada arah bujur galaksi  $\ell = 30^\circ$  memiliki kesamaan dalam jumlah bintang anggota, bentuk diagram Hertzsprung-Russel (HR), dan sebaran kecepatan. Gugus A tampak berdiameter  $1^\circ$ , berjarak 150 parsek, dan magnitudo semu bintang deret utama di titik belok diagram HR adalah  $m_v = 3,56$ . Gugus B tampak berdiameter  $6'$  dan magnitudo semu bintang deret utama di titik belok adalah  $m_v = 10,18$ . Hitung berapa absorpsi antar bintang pada arah  $\ell = 30^\circ$  dalam satuan magnitudo per kiloparsek!
29. Diketahui periode rotasi Matahari di ekuatornya saat ini adalah 25 hari. Asumsikan massa Matahari kekal selama evolusinya. Jika Matahari berevolusi hingga akhirnya menjadi Katai Putih dengan kerapatan massa  $2,51 \times 10^9 \text{ kg/m}^3$ ,
- hitunglah jejari dan periode rotasi Katai Putih!
  - Bagi planet-planet di Tata Surya, apakah akan mengalami perubahan pada periode dan ukuran orbitnya? Jelaskan!
30. Apabila garam dipanaskan, cahaya kuning yang terdiri atas dua garis emisi yang terpisah cukup dekat, yakni pada panjang gelombang 588,997 nm dan 589,594 nm akan dipancarkan. Garis-garis ini disebut garis Natrium D (*Sodium D lines*) dan diamati oleh Fraunhofer dalam spektrum Matahari. Apabila cahaya ini jatuh pada sebuah kisi difraksi dengan 300 baris per milimeter, maka berapakah sudut antara spektrum orde kedua dari kedua panjang gelombang ini? Agar kedua garis emisi dapat dipisahkan, berapa baris per milimeter kisi yang diperlukan? (Diketahui  $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ )

## Daftar Konstanta dan Data Astronomi

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	$\sigma$	$5,6705 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2/\text{K}^4$
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 ${}_2\text{He}^4$	$m_{\text{He}}$	$6,6465 \times 10^{-27} \text{ kg}$
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> )		$24^j 3^m 56^d,56$
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	$T_{\text{eff}, \odot}$	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 bolometrik Matahari	$M_{\text{bol}}$	4,72
Massa Bulan	$M_{\text{J}}$	$7,348 \times 10^{22}$ kg
Jejari Bulan	$R_{\text{J}}$	1738000 m
Jarak rerata Bumi–Bulan		384399000 m
Konstanta Hubble	$H_0$	69,3 km/s/Mpc

Objek	Massa (kg)	Jejari ekuatorial (km)	Periode rotasi	Periode 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