

SOLUSI & PEMBAHASAN SOAL OLIMPADE ASTRONOMI NASIONAL 2010

Typed and Solved by Mariano N.

Mohon saya dikontak jika ada yang perlu direvisi

mariano.nathanael@gmail.com

<http://soal-olim-astro.blogspot.com>

Soal Pilihan Berganda

1. Koordinat Matahari pada tanggal 22 Juli kira-kira
- a. $00^h\ 00^m, +23^\circ 30'$
 - b. $06^h\ 00^m, -23^\circ\ 30'$
 - c. $10^h\ 30^m, 00^\circ\ 00'$
 - d. $12^h\ 00^m, +07^\circ\ 50'$
 - e. $08^h\ 00^m, +15^\circ\ 40'$

JAWAB : E

Dasar untuk mencari koordinat ekuator Matahari adalah menghafalkan koordinat ekuator Matahari di 4 tanggal istimewa berikut ini :

Tanggal	Asensiorekta Matahari (α_{\odot})	Deklinasi Matahari (δ_{\odot})
21 Maret	0	0° (Matahari berimpit dengan ekuator)
22 Juni	6 j	$+ 23,45^\circ$ (Matahari di titik balik utara)
23 September	12 j	0° (Matahari berimpit dengan ekuator)
22 Desember	18 j	$- 23,45^\circ$ (Matahari di titik balik selatan)

Cara menghitung deklinasi Matahari (δ_{\odot}) :

Ingat bahwa dalam setahun (365,25 hari) Matahari beredar secara periodik naik-turun di sekitar garis ekuator bumi/langit dengan amplitudo $23,45^\circ$ (jarak sudut ke ekuator adalah acuan untuk menghitung deklinasi). Jadi secara praktis, jika kita menganggap Bumi mengelilingi Matahari dalam lingkaran sempurna dengan kecepatan yang tetap, maka dapat dilihat bahwa selama setahun Matahari menempuh lintasan sudut sejauh $23,45^\circ \times 4 = 93,8^\circ$, maka selama sehari perubahan deklinasi matahari adalah $93,8^\circ/365,25 \text{ hari} = 0,2568^\circ \approx \frac{1}{4}^\circ$ /hari, dengan demikian deklinasi Matahari setiap hari dapat dicari meskipun nilai sebenarnya tidak tepat karena sebenarnya lintasan Bumi adalah elips dan kecepatan orbit Bumi tidak sama setiap hari. (Nilai $23,45^\circ$ biasanya dibulatkan dengan $23,5^\circ$)

Cara menghitung asensiorekta Matahari (α_{\odot}) :

Perubahan asensiorekta Matahari adalah 360° atau 24j dalam waktu satu tahun (365,25 hari), jadi perubahan asensiorekta Matahari tiap harinya adalah :

$$\Delta \alpha_{\odot} = \frac{24h}{365,25} = \text{ } x \text{ } 3^m 56^s \text{ / hari}$$

Artinya setiap hari Matahari bergeser sejauh (terlambat) sekitar 3m56s terhadap titik Aries sehingga α -nya positif (ingat bahwa menghitung asensiorekta ke arah ‘belakang’ titik Aries), dan juga ini hanya nilai rata-rata saja karena kecepatan Bumi ketika mengelilingi Matahari

<http://soal-olim-astro.blogspot.com>

berbeda karena lintasan orbit Bumi yang elips, sehingga 'lebih aman' jika mengambil ketelitian sampai satuan menit saja ($\Delta \alpha_{\odot} = 4 \text{ menit/hari}$).

Kembali ke soal, koordinat ekuator Matahari untuk tanggal 22 Juli: Selisih 22 Juli dengan 22 Juni adalah 30 hari, jadi :

$$\text{Asensio rekta} = \alpha_{\odot} = 6^{\text{h}} + 30 \text{ hari} \times 4 \text{ menit/hari} = 6^{\text{h}} + 2^{\text{h}} = 8^{\text{h}}$$

$$\text{Deklinasi} = \delta_{\odot} = 23,5^{\circ} - 30 \text{ hari} \times \frac{1}{4}^{\circ}/\text{hari} = 23,5^{\circ} - 7,5^{\circ} = 16^{\circ}$$

2. Jika sisi yang sama sebuah planet selalu menghadap ke Matahari, maka panjang hari sideris planet tersebut adalah:

- Satu tahun
- Satu hari
- Satu minggu
- Satu bulan
- Satu jam

JAWAB : A

Satu hari adalah satu kali rotasi

Satu tahun adalah satu kali mengelilingi (revolusi) Matahari

Jika sisi planet yang sama selalu menghadap Matahari, artinya waktu rotasinya adalah sama dengan waktu revolusinya, jadi satu harinya sama dengan satu tahun

Satu hari sideris adalah waktu yang diperlukan supaya sebuah bintang jauh tepat di atas kepala dan besoknya tepat di atas kepala lagi, dalam kasus di atas, hari siderisnya sama dengan satu tahun

Satu hari sinodis adalah waktu yang diperlukan Matahari tepat di atas kepala dan besoknya tepat di atas kepala kembali, dalam kasus di atas, hari sinodisnya tidak ada karena Matahari selalu ada di atas satu titik di permukaan planet.

3. Sebuah teleskop dengan diameter 0,76 meter dapat mengumpulkan sejumlah cahaya dalam 1 jam. Berapa lama waktu yang diperlukan sebuah teleskop dengan diameter 4,5 meter untuk mengumpulkan jumlah cahaya yang sama?

- 0,17 menit
- 1,7 menit
- 17 menit
- 7,1 menit
- 0,71 menit

JAWAB : B

Waktu teleskop mengumpulkan cahaya berbanding terbalik dengan kuadrat diameter lensa objektif, jadi :

$$\frac{t_2}{t_1} = \frac{D_1^2}{D_2^2}$$

$$\frac{t_2}{1 \text{ jam}} = \frac{0,76^2}{4,5^2}$$

$$t = 0,0285 \text{ jam} = 1,71 \text{ menit}$$

4. Jupiter walaupun jaraknya lebih jauh selalu tampak lebih terang daripada Mars, karena
- Semata-mata albedonya lebih tinggi daripada albedo Mars
 - Semata-mata diameter liniernya lebih besar daripada Mars
 - Albedonya lebih rendah daripada albedo Mars dan diameternya lebih besar daripada diameter Mars
 - Albedonya lebih tinggi daripada albedo Mars dan diameternya lebih besar daripada diameter Mars
 - Tidak ada jawaban yang benar

JAWAB : D

Kecerlangan planet (energi planet yang sampai ke Bumi - E) sangat dipengaruhi oleh empat hal :

- 1) Albedo (Al) □ Kemampuan planet untuk memantulkan energi Matahari yang datang padanya
- 2) Diameter planet (D) □ semakin besar diameter tentu energi yang dipantulkan semakin besar
- 3) Jarak planet ke Matahari (r) □ semakin dekat jaraknya ke Matahari, maka semakin besar energi Matahari yang jatuh padanya
- 4) Jarak planet ke Bumi (d) □ semakin dekat jaraknya ke Bumi, maka semakin besar energi planet yang sampai ke Bumi

Untuk Mars dan Jupiter :

$$r_{\text{Mars}} < r_{\text{Jupiter}}$$

$$D_{\text{Mars}} < D_{\text{Jupiter}}$$

$$Al_{\text{Mars}} < Al_{\text{Jupiter}}$$

$$d_{\text{Mars}} < d_{\text{Jupiter}}$$

Supaya Jupiter lebih cerlang daripada Mars, maka yang mempengaruhi hanyalah Albedo dan Diameternya

5. Okultasi sebuah planet oleh bintang dapat digunakan untuk
- Menentukan temperatur planet
 - Menentukan diameter planet
 - Menentukan materi pembangun planet
 - Menentukan massa planet

e. Menentukan rotasi planet

JAWAB : B

Okultasi adalah peristiwa lewatnya sebuah benda langit di depan atau di belakang benda langit yang lain. Gerhana Matahari atau gerhana Bulan termasuk peristiwa okultasi juga. Jika sebuah planet tepat lewat di depan sebuah bintang, maka yang dianalisis adalah perubahan kuat cahaya bintang. Dari perubahan tersebut, kita dapat menentukan misalnya :

- 1) Diameter planet
- 2) Keberadaan cincin planet dan juga tebalnya
- 3) Tebal atmosfer planet
- 4) Tekanan atmosfer planet

6. Sebuah komet pada jarak yang paling dekatnya dengan Bumi, misalnya 0,9 Satuan Astronomi, mempunyai koma dengan diameter 1.500.000 km, maka ia akan tampak dengan diameter sudut

- a. $3''$
- b. $6''$
- c. $36''$
- d. $3'$
- e. $6'$

JAWAB :

Gunakan rumus diameter sudut :

$$\delta = \frac{\text{Diameter sebenarnya}}{\text{Jarak ke pengamat}} \times 206265''$$

$$\delta = \frac{1500000}{0,9 \times 1,496 \cdot 10^8} \times 206265 = 2297,96'' = 38.3$$

Hasilnya lebih besar dari diameter sudut Bulan atau Matahari ???

7. Refraksi oleh angkasa Bumi terhadap Matahari akan

- a. memperlambat waktu terbenam Matahari
- b. mempercepat waktu terbenam Matahari
- c. tidak mempengaruhi waktu terbenam Matahari
- d. mempercepat waktu terbenam Matahari hanya pada saat Matahari di kedudukan Winter dan Summer Solstices
- e. memperlambat waktu terbenam Matahari hanya pada saat Matahari di kedudukan Winter dan Summer Solstices

JAWAB : A

Efek refraksi atmosfir pada bintang akan membuat posisi bintang lebih tinggi dari seharusnya, sedangkan efek refraksi atmosfir pada Matahari akan membuat Matahari lebih besar dari seharusnya. Efek refraksi sangat terasa jika benda berada di daerah horizon pengamat. Karena Matahari menjadi lebih besar di horizon, maka refraksi akan mempengaruhi waktu terbit dan terbenamnya Matahari.

Ada 4 macam koreksi, yaitu koreksi semidiameter, koreksi paralaks, koreksi dip dan koreksi refraksi. Secara standar, diameter sudut matahari kira-kira adalah 30', tetapi koreksi ketika matahari mendekati daerah horizon ini menyebabkan matahari menjadi lebih besar dari seharusnya. Matahari dikatakan terbenam jika piringan atas matahari sudah terbenam di horizon dan Matahari dikatakan terbit jika piringan atas matahari sudah tampak di horizon. Perhitungan yang teliti akan terbit dan terbenamnya Matahari harus melibatkan keempat koreksi ini. Kita akan bahas satu demi satu secara singkat.

Koreksi semidiameter : Koreksi ini adalah koreksi piringan matahari pada saat terbit atau terbenam ketika mendekati horizon. Pada saat itu matahari/bulan tampak lebih besar dari biasanya. Dalam perhitungannya, koreksi ini adalah 16'.

Koreksi paralaks : Adalah beda sudut jika diamati dari pusat Bumi dan diamati dari permukaan Bumi

Koreksi dip : Adalah koreksi dari ketinggian. Pada bujur yang sama tetapi ketinggian yang berbeda, makat tentu pengamat di ketinggian h akan melihat matahari lebih dulu terbit daripada pengamat di ketinggian 0. Perhatikan gambar di bawah ini :

Koreksi Refraksi : merupakan salah satu efek yang menyebabkan tinggi benda langit di sekitar horizon (tinggi semu) tidak sesuai dengan tingginya yang sebenarnya. Efek ini disebabkan oleh cahaya melewati medium atmosfir Bumi yang memiliki nilai indeks bias yang berbeda-beda (berlapis-lapis). Kecepatan cahaya di udara bergantung kepada temperatur dan tekanannya, sehingga indeks refraksi udara bervariasi untuk tiap lapisan atmosfer yang berbeda. Pada temperature dan tekanan standar, refraksi di horizon (disebut refraksi horizontal) memiliki nilai pendekatan sebesar 34'. Jika benda sebenarnya sudah mencapai horizon, pengamat masih melihatnya setinggi 34' dari horizon. Semakin tinggi dari horizon, efek ini semakin kecil. Perhatikan tabel ini sebagai contoh perubahan koreksi refraksi terhadap ketinggian benda langit dari horizon :

Ketinggian	Sudut Refraksi
0°	35' 21"
1°	24' 45"
2°	18' 24"
3°	14' 24"
4°	11' 43"
10°	5' 18"
30°	1' 41"
60°	0' 34"
90°	0' 00"

Dengan sudut refraksi di horizon 34' dan semidiameter Matahari 16', maka ketinggian matahari pada waktu terbenam bukanlah 0⁰, tetapi 50' dibawah horizon. Rumus untuk koreksi ini (semidiameter dan refraksi saja) adalah :

$$\Delta HA = \frac{51}{15} \sec \varphi \sec \delta \operatorname{cosec} HA \quad (\text{menit})$$

ΔHA adalah koreksi tambahan untuk setengah panjang siang (dalam satuan menit), φ lintang pengamat, δ deklinasi matahari saat itu, HA adalah setengah panjang siang yang dihitung pakai rumus : cos HA = - tan φ.tanδ

Jadi panjang siang sebenarnya adalah : t = 2. (HA + ΔHA)

□ Kembali ke soal, efek refraksi pada Matahari tentu akan memperlambat waktu terbenamnya Matahari atau menyebabkan siang menjadi lebih panjang.

8. Jumlah Meteor tahunan yang paling sedikit ada pada bulan

- a. Januari – Februari
- b. Februari – Maret
- c. November – Desember
- d. Juli – Agustus
- e. April dan Juni

JAWAB : B

Meteor shower tahunan berjumlah lebih dari 30 jenis, di bawah ini adalah daftar meteor shower tahunan dengan ZHR > 20 (data tahun 2011 dari IMO – *International Meteor Organization* – www.imo.net) :

Nama	Rentang	Puncak	ZHR
<i>Quadrantis</i>	28 Des – 12 Jan	4 Jan	120
<i>η-Aquariids</i>	19 Apr – 28 Mei	6 Mei	70
<i>June Bootids</i>	22 Juni – 2 Juli	27 Juni	Variable (0-100)
<i>Perseids</i>	17 Juli – 24 Agu	13 Agu	100
<i>Orionids</i>	2 Okt – 7 Nov	21 Okt	25
<i>Draconids</i>	6 Okt – 10 Okt	8 Okt	Variabel (20 – 500)
<i>Leonids</i>	6 Nov – 30 Nov	18 Nov	20
<i>Phoenicids</i>	28 Nov – 9 Des	6 Des	Variabel (0-100)
<i>Geminids</i>	4 Des – 17 Des	14 Des	120

ZHR = *Zenithal Hourly Rate*, adalah jumlah maksimum meteor yang terlihat dalam waktu satu jam oleh pengamat ideal, yaitu pada kondisi langit sangat cerah dengan sumber meteor (radian) di atas kepala/zenith.

Dari tabel di atas dapat terlihat bahwa daerah waktu ‘miskin’ meteor ada pada bulan Februari-Maret, juga pada bulan September.

9. Yang termasuk periode pengamatan “meteor shower Perseids” adalah
- 2 – 7 Mei dengan puncak 4 Mei
 - 17 – 24 Oktober dengan puncak 21 Oktober
 - 20 Oktober – 25 November dengan puncak 4 November
 - 19 – 23 Desember dengan puncak 22 Desember
 - 29 Juli – 18 Agustus dengan puncak 12 Agustus

JAWAB : E

Dari tabel di soal no. 8, dapat terlihat jawabannya adalah E. Perbedaan mungkin karena data di soal adalah data tahun 2010, sedangkan data di tabel adalah data tahun 2011. Tiap tahun memang ada perbedaan sedikit, tetapi tidak terlalu jauh.

10. Sebuah objek yang mengorbit pusat Galaksi Bima Sakti mematuhi Hukum Kepler 3. Ini berarti bahwa
- tarikan gravitasi menjadi lebih kuat ketika objek tersebut semakin jauh dari pusat
 - gugus bintang yang besar akan mengorbit pusat Galaksi lebih cepat dari gugus bintang yang berukuran kecil
 - semakin dekat sebuah bintang dengan pusat Galaksi, semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk pergi mengelilinginya
 - awan gas atau bintang yang lebih jauh dari pusat, umumnya akan memiliki lebih banyak waktu untuk mengorbit
 - orbit dari semua obyek di sekitar Galaksi berbentuk lingkaran

JAWAB : D

Hukum ketiga Kepler menyatakan bahwa semakin jauh suatu benda dari pusat orbitnya, maka akan semakin lambat benda itu mengitari pusatnya.

11. Jika ada suatu elektron yang karena fenomena angin Matahari dilontarkan dari Matahari ke arah Bumi, lintasannya tepat tegak lurus terhadap permukaan Bumi di atas provinsi Riau. Bagaimana lintasan elektron itu ketika masuk ke magnetosfer bumi?
- terus lurus menuju permukaan Bumi hingga sampai permukaan Bumi
 - dibelokkan ke arah Barat
 - dipantulkan oleh magnetosfer sehingga berbalik ke arah Matahari
 - dibelokkan ke arah Timur
 - lintasannya tidak dapat diprediksi

JAWAB : E

Bumi terlindungi dengan baik oleh medan magnet Bumi yang disebut magnetosfer. Jika ada partikel bermuatan dari Matahari menuju Bumi, maka magnetosfer akan membawa partikel

tersebut menuju daerah kutub-kutub Bumi (bisa ke arah kutub utara atau ke arah kutub selatan). Lintasan partikel tersebut sepanjang medan magnet Bumi adalah spiral, hal ini menyebabkan energi partikel tersebut akan berkurang dan ketika bergesekan dengan atmosfer Bumi energinya akan diubah menjadi cahaya tampak, yang terlihat sebagai pendaran cahaya di daerah lintang tinggi yang dikenal dengan aurora.

Hal yang sama berlaku untuk elektron yang lintasannya tepat tegak lurus menuju daerah khatulistiwa. Elektron akan dibawa ke daerah kutub Bumi dalam lintasan spiral. Jawaban yang tepat E.

12. Bila g_{Bl} dan g_{Bm} masing-masing adalah percepatan gravitasi di Bulan dan Bumi, ρ_{Bl} dan ρ_{Bm} masing-masing adalah massa jenis rata-rata Bulan dan massa jenis Bumi maka $(\rho_{Bl}/\rho_{Bm}) = k \cdot (g_{Bl}/g_{Bm})$ dan k adalah

- a. 3,67
- b. 0,27
- c. 12,44
- d. 43,83
- e. 81,36

JAWAB : A

$$\frac{\rho_{Bl}}{\rho_{Bm}} = k \frac{g_{Bl}}{g_{Bm}}$$

$$\frac{\left(\frac{M_{Bl}}{\frac{4}{3}\pi R_{Bl}^3} \right)}{\left(\frac{M_{Bm}}{\frac{4}{3}\pi R_{Bm}^3} \right)} = k \frac{\left(G \frac{M_{Bl}}{R_{Bl}^2} \right)}{\left(G \frac{M_{Bm}}{R_{Bm}^2} \right)}$$

$$k = \frac{R_{Bm}}{R_{Bl}} = \frac{6371}{1738} = 3,6657$$

13. Pilih rasi bintang yang paling luas diantara 5 rasi sebagai berikut :

- a. Virgo, Vir
- b. Scorpius, Sco
- c. Taurus, Tau
- d. Aries, Ari
- e. Leo, Leo

Jawab : A

Rasi bintang terbesar di langit adalah Rasi Virgo dengan bintang terterangnya adalah Spica dengan magnitudo 1 dan merupakan sistem bintang ganda dengan periode sekitar 4 hari

pada jarak 260 tahun cahaya. Dari segi zodiak, Bulan zodiak Virgo mencapai 1.5 bulan (tengah Sept – akhir November), merupakan bulan zodiak yang terpanjang dari ke-13 zodiak.

14. Diketahui persamaan waktu (selisih antara waktu transit matahari sebenarnya dengan waktu transit matahari rata-rata) pada tanggal 16 Agustus 2010 adalah $-4,4$ menit dan transit titik Aries pada jam 2:23 UT (biasa disebut GMT) maka sudut jam Matahari di kota Medan dengan lintang dan bujur geografis $+3^{\circ} 35' \text{ LU}$ dan $98^{\circ} 39' \text{ BT}$ pada jam 12 WIB adalah

- a. $-0^{\text{h}} 29^{\text{m}} 48^{\text{s}}$
- b. $0^{\text{h}} 0^{\text{m}} 0^{\text{s}}$
- c. $+0^{\text{h}} 23^{\text{m}} 12^{\text{s}}$
- d. $-0^{\text{h}} 25^{\text{m}} 24^{\text{s}}$
- e. $+0^{\text{h}} 25^{\text{m}} 24^{\text{s}}$

JAWAB : A

Perhatikan definisi waktu berikut :

1. Transit \square waktu Matahari mencapai kulminasi atas, atau tepat melewati garis meridian (garis yang menghubungkan titik Utara – Zenith – Selatan) pada bola langit. Sering disebut tengah hari (noon). Pada posisi ini sudut jam (Hour Angle – HA) matahari adalah 0.
2. Hour Angle/Sudut Jam (HA) adalah posisi benda langit diukur sejak transit (dengan satuan jam). Jadi HA Matahari terbenam = 6 jam (disebut 6 jam sesudah transit), HA Matahari terbit = 18 jam (atau -6 jam, disebut 6 jam lagi akan transit)
3. Waktu Matahari Benar (sebut saja : WMB) \square Matahari yang terlihat sehari-hari, Matahari yang sebenarnya yang melintasi ekliptika dalam bentuk elips dimana kecepatannya selalu berubah-ubah, sehingga waktu Matahari transit ke transit berikutnya tidak selalu tepat 24 jam. Waktu transit Matahari Benar disebut siang benar (true noon), yang nilainya tidak selalu tepat pukul 12.00 Waktu lokal (Local Time) tiap harinya.
4. Waktu Matahari Menengah (WMM) \square Ada dua Matahari fiktif yang digunakan pada penentuan waktu ini, yaitu :
 - 1) Matahari fiktif pertama adalah Matahari fiktif yang dianggap bergerak di ekliptika dengan kecepatan yang tetap. Posisi Matahari fiktif pertama ini sama dengan posisi Matahari Benar hanya pada titik aphelion (awal Juli) dan titik perihelion (awal Januari) saja, posisi berikutnya akan berbeda karena kecepatan kedua Matahari ini berbeda.
 - 2) Matahari fiktif yang kedua adalah Matahari fiktif yang dianggap bergerak di ekuator secara lingkaran sempurna dengan kecepatan yang tetap, disebut Matahari rata-rata (Mean Sun). Posisi Matahari rata-rata ini akan sama dengan posisi Matahari Benar pada 4 titik, yaitu di kedua ekuinoks dan di kedua solstice.

Gabungan kedua efek tersebut disebut Waktu Matahari Menengah, yang selang waktu antara Matahari Menengah transit sampai ke transit berikutnya adalah tepat 24 jam. Waktu transit Matahari Menengah disebut siang rata-rata (mean noon), yaitu selalu tepat pada pukul 12.00 Waktu Lokal (Local Time) setiap hari.

Jadi waktu lokal (LT) diukur berdasarkan Matahari rata-rata ini. Contoh : pukul 15.00 LT (jam 3 siang), maka Matahari rata-rata pasti memiliki HA = 3 jam).

Perhatikan untuk membedakan LT dengan zona waktu lokal, contoh : zona waktu lokal Bandung ($107^{\circ}35'$ BT) adalah berselisih 7 jam dengan Greenwich (ketetapan dari pemerintah Indonesia, disebut WIB), tetapi Waktu Lokal (LT) Bandung berselisih $107^{\circ}35'/15$ menit = 7j 10m 20s dengan Greenwich.

5. Equation of Time (EoT), adalah selisih antara true noon dan mean noon. Jika EoT negatif, artinya true noon terjadi setelah mean noon. Jika EoT positif artinya true noon terjadi sebelum mean noon. Mis : true noon terjadi pukul 12:03 LT (artinya Matahari ada di meridian pukul 12:03 LT), mean noon pasti pukul 12.00 LT, maka EoT = - 3 menit

Kembali ke soal, pada tanggal 16 Agustus 2010 di Medan, diketahui :

EoT = - 4,4 menit, artinya true noon (Matahari Benar tepat di meridian/transit) terjadi 4^m24^s menit setelah pukul 12.00 LT, atau pukul 12.04.24 LT

Bujur Medan = $\lambda = 98^{\circ}39'$ BT, artinya Waktu Lokal di Medan berselisih $\frac{98^{\circ}39'}{15} = 6^j34^m36^s$ dengan waktu Greenwich

Medan termasuk daerah WIB, sehingga selisih 7 jam dengan Greenwich, maka selisih WIB dengan waktu lokal adalah : $6^j34^m36^s - 7^j = 25^m24^s$

Pukul 12.00 WIB di Medan = pukul 12.00 - $25^m24^s = 11^j34^m36^s$ LT

(artinya Matahari rata-rata 25^m24^s lagi menuju transit atau HA matahari rata-rata = - 25^m24^s)

Koreksi nilai ini dengan EoT untuk mendapatkan HA Matahari Benar, maka :

HA $\odot = - 25^m24^s - 4^m24^s = - 29^m48^s$

15. Bila jarak rata-rata Bumi-Matahari 149,6 juta km, jarak Mars-Matahari rata-rata 1,524 kali jarak rata-rata Bumi-Matahari atau 228,0 juta km dan Massa Matahari = $1,9891 \times 10^{30}$ kg. Waktu oposisi planet Mars dalam kalender Matahari Gregorian dapat berlangsung:

- hanya pada bulan Agustus, Maret dan Januari
- semua bulan kecuali Februari dan April
- semua bulan
- semua bulan kecuali April dan Oktober
- semua bulan kecuali Maret dan September

JAWAB : C

Oposisi planet tidak memiliki waktu yang khusus dan pada bulan yang khusus, artinya dapat terjadi di bulan apa saja.

16. Perbedaan utama antara galaksi eliptik dan galaksi spiral adalah,

- galaksi eliptik tidak mempunyai "black hole" di pusatnya
- galaksi spiral tidak mempunyai gugus bola
- debu di galaksi eliptik lebih sedikit dari pada di galaksi spiral

- d. galaksi spiral lebih kecil dari pada galaksi eliptik
- e. galaksi eliptik lebih tua dari pada galaksi spiral

JAWAB : C

1. Galaksi Elips □ memiliki sedikit debu dan gas, tersusun dari bintang-bintang tua
2. Galaksi Spiral □ memiliki kandungan debu dan gas yang banyak (terutama di lengan spiral), dan tersusun dari bintang-bintang tua dan muda
3. Galaksi tak beraturan □ kaya akan gas, debu dan bintang-bintang muda

17. Ada dua bintang, Bintang 1 dengan radius R_1 dan Bintang 2 dengan radius $R_2 = 3R_1$, paralaks Bintang 1 adalah p_1 dan paralaks Bintang 2 adalah $p_2 = 6p_1$, bila pengukuran fluks bolometrik Bintang 1 adalah F_{b1} dan Bintang 2 adalah $F_{b2} = 2F_{b1}$ maka perbandingan temperatur efektif Bintang 1, T_{e1} dan temperatur efektif Bintang 2, T_{e2} :

- a. $T_{e1} = 3,6T_{e2}$
- b. $T_{e1} = T_{e2}$
- c. $T_{e1} = 0,6T_{e2}$
- d. $T_{e1} = 12,7T_{e2}$
- e. $T_{e1} = 40,4T_{e2}$

JAWAB : A

Fluks bolometrik adalah energi total dari semua panjang gelombang yang dipancarkan bintang ke segala arah setiap waktu (luminositas) yang diterima pengamat pada jarak r ($r = 1/p$), jadi :

$$F_b = \frac{L}{4\pi r^2} = \frac{\sigma \cdot 4\pi R^2 \cdot T_e^4}{4\pi r^2} = R^2 \cdot T_e^4 \cdot p^2$$

$$\frac{F_{b1}}{F_{b2}} = \frac{R_1^2 \cdot T_{e1}^4 \cdot p_1^2}{R_2^2 \cdot T_{e2}^4 \cdot p_2^2}$$

$$\frac{F_{b1}}{2F_{b1}} = \frac{R_1^2 \cdot T_{e1}^4 \cdot p_1^2}{(3R_1)^2 \cdot T_{e2}^4 \cdot (6p_1)^2}$$

$$T_{e1} = 3,57T_{e2}$$

18. Bila koreksi bolometrik, BC, didefinisikan $BC = M_{bol} - M_v$; M_{bol} = magnitudo bolometrik absolut dan M_v = magnitudo visual absolut. Maka diantara bintang-bintang yang mempunyai BC terkecil adalah bintang

- a. δ Vel (A0 V)
- b. β CMi (B7 V)
- c. α Hyi (F0 V)
- d. α Cen (G2 V)
- e. ϵ Eri (K2 V)

JAWAB : D

Koreksi bolometrik (BC) memiliki harga yang tergantung pada temperatur atau warna bintang.

Bintang yang sangat panas atau sangat dingin akan memiliki BC yang besar karena sebagian besar energi dipancarkan dalam panjang gelombang UV (untuk bintang panas) atau panjang gelombang infra merah (untuk bintang dingin) sehingga selisih magnitudonya terhadap magnitudo visual akan besar, sedangkan bintang yang bersuhu sedang seperti Matahari yang banyak memancarkan energinya pada panjang gelombang tampak diharapkan akan memiliki BC yang kecil.

Harga BC = 0 (BC terkecil) diperoleh untuk bintang dengan indeks warna $(B - V) = 0,45$. Untuk Matahari, $B - V = 0,62$.

Jadi untuk option di atas, BC terkecil adalah bintang yang mirip Matahari, yaitu α Cen (G2 V).

19. Sebuah bintang diamati beredar di langit tidak pernah terbenam. Posisi paling tingginya 80° paling rendahnya 30° . Lintang tempat pengamatan dan deklinasi bintang yang mungkin adalah:

- $\phi = 80^\circ$ LU dan $\delta = 25^\circ$
- $\phi = 55^\circ$ LS dan $\delta = -65^\circ$
- $\phi = 50^\circ$ LU dan $\delta = -25^\circ$
- $\phi = 45^\circ$ LS dan $\delta = 65^\circ$
- $\phi = 30^\circ$ LU dan $\delta = 35^\circ$

JAWAB : B

Bintang sirkumpolar (bintang yang tidak pernah terbit dan terbenam) akan terlihat bergerak melingkari satu titik pusat yang tetap di langit setiap hari, yaitu titik Kutub Langit Utara (KLU) atau titik Kutub Langit Selatan (KLS). Ketinggian KLU atau KLS pasti sama dengan lintang tempat pengamatan, jadi lintang pengamat adalah $\phi = (80^\circ + 30^\circ)/2 = 55^\circ$ LU atau LS.

Deklinasi bintang diukur dari lingkaran ekuator langit ke kutub langit (maka deklinasi KLU dan KLS adalah $\pm 90^\circ$), jadi jarak bintang ke titik kutub adalah : $80^\circ - 55^\circ = 25^\circ$, maka jarak bintang ke ekuator = $90^\circ - 25^\circ = 65^\circ$ (bisa + atau -, yang menyatakan pengamat di lintang selatan atau di lintang utara)

20. Pada tahun 2013 Matahari akan mencapai puncak aktivitasnya yang terjadi 11 tahun sekali. Aktivitas apa saja yang terjadi di Matahari yang berpotensi mengganggu aktivitas sehari-hari manusia di Bumi?

- Prominensa
- Lontaran Massa Korona
- Granulasi
- Flare

Pilihlah

- a. jika 1,2,3 benar
- b. jika 1,3 benar
- c. jika 2,4 benar
- d. jika 4 saja yang benar
- e. jika semua benar

JAWAB : C

Puncak aktivitas Matahari artinya jumlah bintik Matahari mencapai maksimum, hal ini terulang setiap sekitar 11 tahun sekali. Jika jumlah bintik maksimum, maka terjadi peningkatan fenomena yang bersumber dari bintik Matahari, yaitu ledakan flare maupun coronal mass ejection (lontaran massa korona)

Soal Essay

1. Andaikan sebuah supernova mengembang dengan kecepatan 1.000 km/detik, dan jarak supernova tersebut adalah 10.000 parsek. Berapa perubahan diameter sudutnya dalam 1 tahun ?

JAWAB :

Dalam satu tahun, supernova tersebut telah mengembang sebesar :

$$1000 \text{ km/det} \times (365,25 \times 24 \times 3600) \text{ detik} = 3,16 \cdot 10^{10} \text{ km}$$

$$\text{Jarak supernova tersebut adalah : } 10.000 \text{ parsek} \times (3,086 \times 10^{13}) = 3,086 \times 10^{17} \text{ km}$$

Maka perubahan diameter sudutnya dalam 1 tahun adalah :

$$\Delta\alpha = \frac{3,16 \cdot 10^{10}}{3,086 \cdot 10^{17}} \times 206265 = 0,02 \text{ detik busur}$$

2. Nebula kepiting yang mempunyai radius sebesar 1 pc, mengembang dengan kecepatan 1.400 km/detik. Hitung umur nebula tersebut !

JAWAB :

Umur nebula dianggap dimulai ketika nebula mula-mula mengembang sampai menjadi sebesar 1 pc ($3,086 \times 10^{13}$ km) . Jika dianggap kecepatan pengembangan konstan, maka dengan rumus Gerak Lurus Beraturan (GLB) :

$$t = \frac{d}{v} = \frac{3,086 \cdot 10^{13}}{1400} = 2,2 \cdot 10^{10} \text{ detik} = 698,5 \text{ tahun}$$

3. Kecepatan yang diamati dari sebuah galaksi yang jauh (V_{teramati}) adalah gabungan dari kecepatan akibat ekspansi alam semesta (V_{ekspansi}) dan kecepatan pekuliar (V_{pek}), yaitu ($V_{\text{teramati}} = V_{\text{ekspansi}} + V_{\text{pek}}$). Kecepatan pekuliar adalah kecepatan diri galaksi terhadap kecepatan rata-rata galaksi lain disekitarnya. Kecepatan ekspansi bergantung pada

<http://soal-olim-astro.blogspot.com>

hukum Hubble, sedangkan kecepatan peculiar sebuah galaksi nilainya acak, sekitar ratusan km/s. Misalkan kita mengamati dua galaksi, satu pada jarak 35 juta tahun cahaya dengan kecepatan radial 580 km/s, dan yang lain pada jarak 1.100 juta tahun cahaya dengan kecepatan radial 25.400 km/s.

- Hitung konstanta Hubble dari masing-masing hasil pengamatan diatas dalam satuan km/s /juta tahun cahaya.
- Manakah di antara dua perhitungan yang akan Anda anggap lebih dapat dipercaya? Mengapa?
- Estimasikan kecepatan peculiar dari galaksi dekat.
- Jika galaksi yang lebih jauh diketahui punya kecepatan diri yang sama dengan galaksi dekat, hitung konstanta Hubble yang lebih akurat!

JAWAB :

a) Untuk galaksi dekat : $H = \frac{v}{d} = \frac{580}{35} = 16,57 \text{ km/s/juta tc}$

Untuk galaksi jauh : $H = \frac{v}{d} = \frac{25400}{1100} = 23,09 \text{ km/s/juta tc}$

- Yang lebih dapat dipercaya adalah nilai konstanta Hubble untuk galaksi jauh, karena nilai kecepatan peculiar sekitar ratusan km sehingga kecepatan radial galaksi jauh (25.400 km/s) hampir tidak dipengaruhi kecepatan peculiar, berbeda untuk galaksi dekat yang hanya memiliki kecepatan radial 580 km/s, tentu pengaruh kecepatan peculiar akan cukup besar terhadap kecepatan radialnya.
- Kecepatan peculiar dari galaksi dekat dapat dicari dengan cara mencari dulu kecepatan ekspansi galaksi dekat dengan Hukum Hubble (konstanta Hubble memakai yang diperoleh dengan galaksi jauh) : $v = H \cdot d = 23,09 \times 35 = 808,15 \text{ km/s}$.

Maka kecepatan peculiar galaksi dekat adalah : $v_{\text{peculiar}} = v_{\text{ekspansi}} - v_{\text{teramati}} = 808,15 - 580 = 228,15 \text{ km/s}$

d) Kecepatan teramati dari galaksi jauh = 25.400 km/s

Kecepatan peculiar dari galaksi jauh = 228,15 km/s

Kecepatan ekspansi = $v_{\text{teramati}} - v_{\text{peculiar}} = 25.400 - 228,15 = 25.171,85 \text{ km/s}$

Konstanta Hubble = $H = \frac{25.171,85}{1100} = 22,88 \text{ km/s/juta tc}$

- Andaikan kita mengamati sebuah galaksi yang jaraknya 500 Mpc, dan galaksi tersebut bergerak menjauhi kita dengan kecepatan 30.000 km/detik. Jika kecepatannya konstan, kapan Big Bang terjadi ?

JAWAB :

Cari dulu nilai konstanta Hubble :

$$H = \frac{v}{d} = \frac{30.000}{500} = 60 \text{ km/s/Mpc}$$

Maka usia alam semesta :

$$t = \frac{1}{H} \times 980 \text{ milyar tahun} = \frac{980}{60} = 16,33 \text{ milyar tahun}$$

5. Massa Bulan adalah $7,1 \times 10^{22}$ kg, orbit Bulan mengelilingi Bumi dianggap lingkaran dengan radius 384.400 km dan periode $27\frac{1}{3}$ hari. Apabila pada suatu saat bulan bertabrakan dengan sebuah asteroid besar bermassa $3,2 \times 10^{18}$ kg, dengan arah tumbukan sentral, asteroid menghujam permukaan Bulan secara tegak lurus dengan kecepatan relatif 30 km/s terhadap bulan. Vektor kecepatan asteroid tepat berlawanan dengan vektor kecepatan Bulan dalam orbitnya mengelilingi Bumi. Berubah menjadi berapa lama periode orbit bulan ?

JAWAB :

Cari dulu kecepatan orbit Bulan (b) mengelilingi Bumi :

$$v_b = \frac{2\pi R}{T} = \frac{2\pi \cdot 384400}{27\frac{1}{3} \times 24 \times 3600} = 1,0227 \text{ km/s}$$

Gunakan hukum kekekalan momentum untuk mencari kecepatan akhir setelah Asteroid (a) menumbuk Bulan (b), karena arah berlawanan, maka kecepatan Asteroid diambil negatif, dan juga setelah tumbukan Asteroid dan Bulan bersatu sehingga kecepatan akhir adalah kecepatan gabungan (v_c):

$$\begin{aligned} m_a v_a + m_b v_b &= (m_a + m_b) v_c \\ 3,2 \cdot 10^{18} \cdot (-30) + 7,1 \cdot 10^{22} \cdot 1,02 &= (3,2 \cdot 10^{18} + 7,1 \cdot 10^{22}) v_c \\ v_c &= 1,0213 \text{ km/s} \end{aligned}$$

Perubahan kecepatan orbit Bulan akan mempengaruhi periode dan jarak Bumi-Bulan, jadi harus dicari satu demi satu.

$$v_{orb} = \sqrt{\frac{G \cdot (M_{Bm} + M_b)}{R}}$$

Jika dibandingkan dengan kondisi sebelum bertumbukan, maka :

$$\frac{v_{orb1}}{v_{orb2}} = \sqrt{\frac{R_2}{R_1}} \rightarrow \frac{1,0227}{1,0213} = \sqrt{\frac{R_2}{384400}} \rightarrow R_2 = 385.454,59 \text{ km}$$

Gunakan rumus v orbital yang pertama :

$$\begin{aligned} v_b &= \frac{2\pi R}{T} \\ 1,0231 &= \frac{2\pi \cdot 385454,59}{T} \\ T &= 2477828,105 \text{ detik} = 28,679 \text{ hari} \end{aligned}$$