

Draft Marking Scheme

(Berdasarkan Solusi OSP Astronomi 2013)

A. MC

No	A	B	C	D	E
1			X		
2			X		
3			X		
4		X			
5		X			
6			X		
7				X	
8		X			
9			X		
10			X		
11				X	
12			X		
13				X	
14			X		
15					X
16		X			
17					X
18					
19				X	
20	X				
21	X				
22			X		
23		X			
24		X			
25				X	

Berdasarkan dokumen Petunjuk Pengerjaan Soal OSP Astronomi 2013, bobot penilaian soal MC adalah:

1. Jawaban benar: 4
2. Jawaban salah: 0

Soal MC nomor 18 dianulir. Usulan total nilai MC adalah dengan memasukkan soal yang dianulir

$$\text{Nilai MC} = 4 \times (\text{jumlah jawaban benar} + 1)$$

B. Essay

(Soal essay yang dianulir tidak dihitung bobotnya. Total point: 4 x 20 = 80)

1. Pak Ikkal berkunjung ke suatu tempat dengan lintang geografis ϕ dan bujur geografis 82.5° 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 Ikkal
 - b. Di belahan bumi manakah lokasi yang dikunjungi pak Ikkal ini?
 - c. Tentukanlah pada hari apa, saat siang hari lokal, panjang bayangan tongkat ini terpanjang? Hitunglah panjang dan arah bayangan tersebut!

Total point: 20

Jawaban:

- a. Bayangan 0.268 meter relatif selatan pada saat titik balik musim panas (*Summer Solstice*).

Artinya di lokasi ini matahari berada di utara relatif dari zenith.

Dengan kata lain, tempat ini di selatan Tropic of Cancer ($23,5^\circ$ LU)

(Subtotal point: 5)

- b. Pada hari itu, matahari berada langsung di atas Tropic of Cancer, artinya $90^\circ - 23,5^\circ = 66,5^\circ$ dari kutub utara langit,

(Subtotal point: 2)

Jika lintang matahari pada siang hari lokal adalah θ ,

$$\tan\theta_{Jun} = \frac{1}{0.268} = \frac{1}{\tan 15^\circ} = \tan(75^\circ)$$

(Subtotal point: 4)

Jadi $\phi = 75^\circ - 66,5^\circ = 8,5^\circ$ LU

(Subtotal point: 2)

- c. Untuk lokasi di belahan bumi utara, bayangan terpanjang dari tongkat akan terbentuk saat hari dimana terjadi titik balik selatan (*Winter Solstice*). Matahari saat siang hari lokal berada 47° lebih selatan dari posisinya saat *Summer Solstice*. Jadi matahari berada di ketinggian $180^\circ - 75^\circ - 47^\circ = 58^\circ$ selatan dari Zenith lokasi setempat.

(Subtotal point: 7)

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 (France):

$\lambda_1 = 2^\circ 20' 14''$ Timur, dan $\varphi_1 = 48^\circ 50' 11''$ Utara = $+ 48^\circ 50' 11''$

Naval Observatory Washington (USA);

$\lambda_2 = 77^\circ 03' 56''$ Barat, dan $\varphi_2 = 38^\circ 55' 17''$ Utara = $+38^\circ 55' 17''$

- gambarkan posisi kedua observatorium tersebut di permukaan bola Bumi!
- hitunglah jarak terdekat kedua observatorium tersebut (dinyatakan dalam satuan km)!
- berapakah paralaks asteroid tersebut!

[SS]

Penyelesaian

Jika koordinat geografi, longitude(bujur), λ dan latitude(lintang), φ dua titik di permukaan Bumi maka jarak sudut keduanya d , dapat dihitung dari;

$$\text{Cos}d = \text{Sin} \varphi_1 \text{Sin} \varphi_2 + \text{Cos} \varphi_1 \text{Cos} \varphi_2 \text{Cos}(\Delta\lambda)$$

$$\Delta\lambda = \lambda_1 + \lambda_2$$

Jarak terdekat dapat dihitung dari;

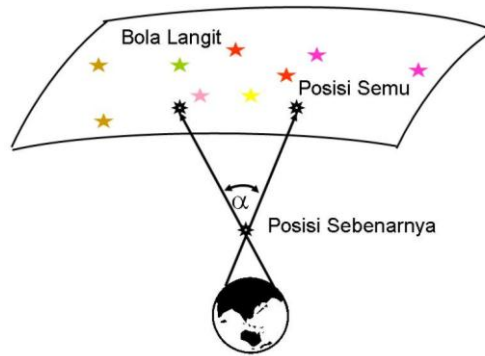
$$S = \frac{R\pi d}{180}$$

R, jari-jari Bumi yaitu 6371 kilometer dan d dalam derajat maka S dalam kilometer

Jika d dalam radian maka $S = Rd$ dalam hal ini S dalam kilometer

Dengan memasukkan data diatas diperoleh jarak Washington-Paris adalah, $S = 6181,6$ km

Jarak asteroid $d = 0,1 \text{ LD} = 0,1 \times 384400 \text{ km} = 38440 \text{ km}$



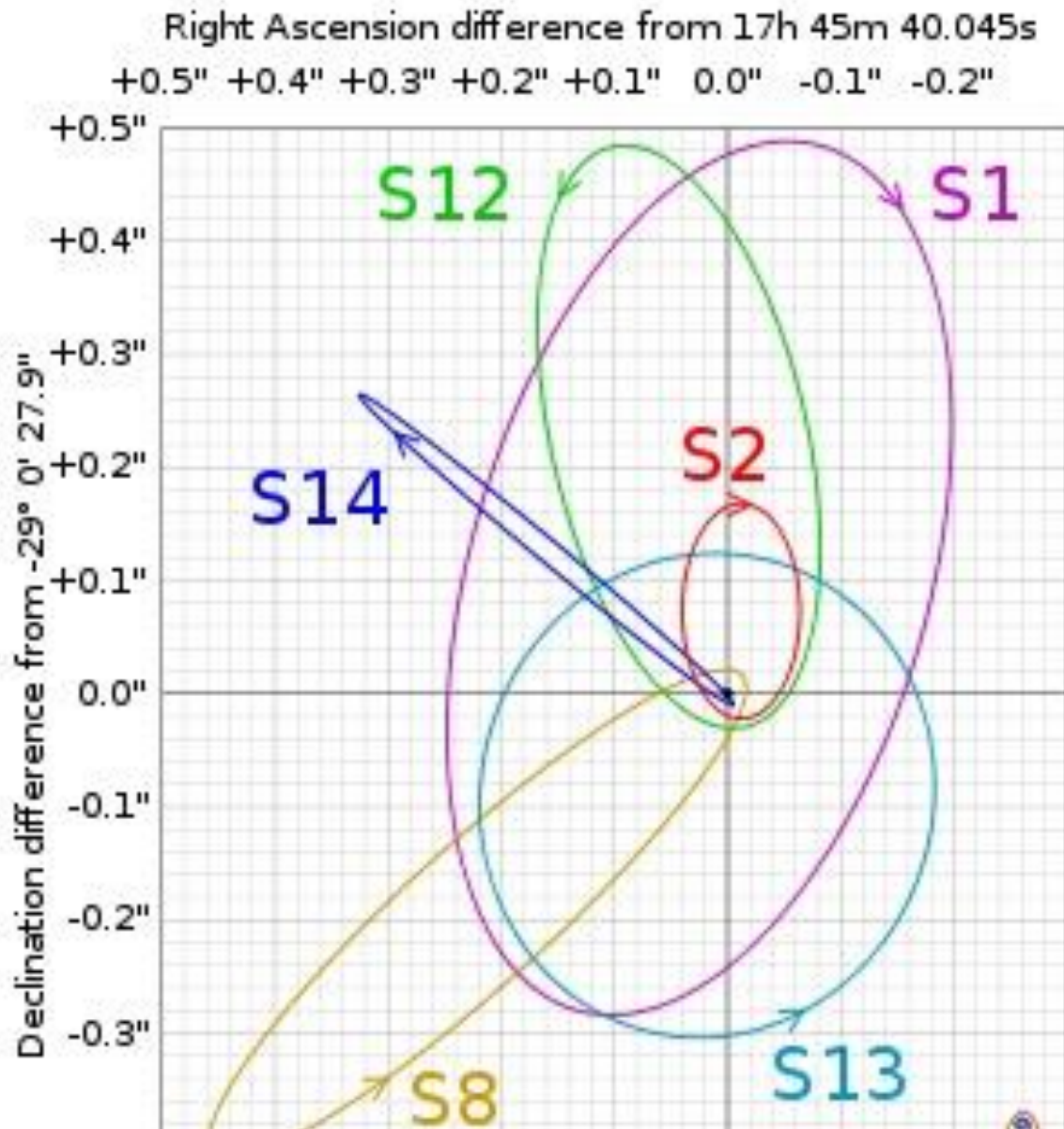
Efek proyeksi kedudukan asteroid relatif terhadap bintang latar belakang

Paralak asteroid α , dapat dihitung dari;

$$\frac{\alpha}{S} = \frac{360^\circ}{2\pi d} = \frac{180^\circ}{38440\pi} \rightarrow \alpha = \frac{180^\circ \times 6181,6}{38440\pi} = 9^\circ,21$$

jadi paralaksnya adalah $\alpha = 9^\circ,21$

- Gerak bintang-bintang di sekitar pusat galaksi diamati selama bertahun-tahun sehingga diperoleh diagram orbit beberapa bintang seperti pada gambar di bawah ini, semuanya nampak mengorbit sebuah obyek yang tak terlihat. Perhatikan gambar bintang yang diberi kode S2, bintang S2 mengelilingi obyek itu dengan periode 15,2 tahun. Pericentre (jarak terdekat bintang terhadap obyek 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 dan 1 parsek = 206265 au,

- hitunglah massa obyek yang dikelilingi bintang S2 itu.
- perkirakanlah jenis obyek tak terlihat itu menurut pendapatmu? Jelaskan alasannya
- perkirakanlah sudut inklinasi orbit bintang S2 itu berdasarkan diagram di atas

Total point: 20

Jawaban a.

17 jam cahaya = $17 \times 60 \times 60 \times 300000 \text{ km} = 1,836 \times 10^{10} \text{ km} = 122,4 \text{ au}$

(Subtotal point: 1)

Pericentre : $p = a(1-e)$

(Subtotal point: 1)

Berdasarkan data eksentrisitas dan pericentre diperoleh $a = 982$ au

(Subtotal point: 1)

Gunakan Hukum Kepler III :

$$\frac{a^3}{T^2} = M$$

Diperoleh $M = 4,1$ juta massa Matahari

(Subtotal point: 2)

Jawab b.

Massa obyek yang dikelilingi sangat besar, jarak terdekat S2 kira-kira 122,4 au, tapi tidak bertabrakan dengan obyek itu, jadi radius obyek itu pasti lebih kecil dari 122,4 au, kira-kira seukuran Tata Surya.

(Subtotal point: 1)

Di dalam volume sebesar Tata Surya, ada obyek bermassa 4,1 juta massa matahari namun tidak terlihat, maka kandidat terbaik untuk obyek itu adalah Black Hole.

(Subtotal point: 5)

Sekitar satu juta bintang neutron yang berkumpul bisa juga menghasilkan massa sebesar itu dalam ruang sebesar Tata Surya, namun tidak ada mekanisme yang diketahui dapat membuat gugus bintang yang berisi hanya bintang neutron dalam ruang sekecil itu. Seandainya memang ada sejuta bintang neutron disana makaradiasi EMnya mesti dapat teramati dari Bumi. Maka kandidat terbaik tetap Black Hole.

(Subtotal point: 2)

Jawab c.

Dari gambar, dengan anggapan bahwa sumbu panjang yang nampak adalah adalah proyeksi sumbu panjang pada bidang langit, nampak bahwa sumbu panjang orbit kira-kira 0,19 detik busur (harus diukur oleh siswa dengan penggaris)

(Subtotal point: 2)

dilihat dari Bumi sehingga panjang linier dari sumbu panjang orbit itu dapat dihitung dengan :

$$2a = d\theta = 8300 \times \frac{0,19 \times \pi}{3600 \times 180} = 0,0076455 \text{ parsek}$$

Maka setengah sumbu panjang orbit : $a = 0,003823 \times 206265 = 788$ AU

(Subtotal point: 3)

Maka sudut inklinasi dapat dihitung dengan $\cos i = \frac{788}{982}$

Sudut inklinasi : $i = 36,5^\circ$

(Subtotal point: 2)

Cara yang lebih baik adalah dengan membuat garis dari pusat elips ke obyek tak terlihat itu, lalu ukur panjangnya untuk menghitung sumbu panjang.

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

Total point: 20

Jawab :

$$\Delta m = m_1 - m_2 = -2.5 \log \frac{F_1}{F_2} = -2.5 \log \frac{N_1}{N_2}$$

$$30 = -2.5 \log \frac{1}{N_2} = 2.5 \log N_2$$

$$\log N_2 = 12 \rightarrow N_2 = 10^{12}$$

Baris 1: 8 point

Baris 2: 7 point

Baris 3: 5 point

5. Sebuah gugus bintang terdiri dari 200 bintang F5V ($M_V = 3.3$, $B-V = 0.41$) dan 20 bintang K0III ($M_V = 0.7$, $B-V = 1.02$). Tentukan M_V , M_B dan $(B-V)$ dari gugus tersebut.

Jawab:

Menentukan magnitudo mutlak total gugus pada pita V:

$$M_{V,F5} - M_{V,K0} = -2.5 \log \frac{F_{V,F5}}{F_{V,K0}}$$

$$3.3 - 0.7 = -2.5 \log \frac{F_{V,F5}}{F_{V,K0}} \rightarrow F_{V,F5} = 10^{-2.6/2.5} F_{V,K0}$$

$$M_{V,tot} - M_{V,K0} = -2.5 \log \frac{F_{V,tot}}{F_{V,K0}} = -2.5 \log \frac{200 * F_{V,F5} + 20 * F_{V,K0}}{F_{V,K0}}$$

$$M_{V,tot} - 0.7 = -2.5 \log \frac{200 * 10^{-2.6/2.5} F_{V,K0} + 20 * F_{V,K0}}{F_{V,K0}} = -2.5 \log(200 * 10^{-2.6/2.5} + 20)$$

$$M_{V,tot} = 0.7 - 2.5 * 1.58252 = -3.2563$$

x

(Subtotal point: 8)

Mencari magnitudo mutlak pada pita B untuk masing-masing bintang:

$$M_B - M_V = B - V$$

Maka untuk Bintang F5V:

$$M_{B,F5} = 0.41 + 3.3 = 3.71$$

Untuk bintang K0III:

$$M_{B,K0} = 1.02 + 0.7 = 1.72$$

(Subtotal point: 2)

Mencari magnitudo total pada pita B untuk gugus:

$$M_{B,F5} - M_{B,K0} = -2.5 \log \frac{F_{B,F5}}{F_{B,K0}}$$

$$3.71 - 1.72 = -2.5 \log \frac{F_{B,F5}}{F_{B,K0}} \rightarrow F_{B,F5} = 10^{-1.99/2.5} F_{B,K0}$$

$$M_{B,tot} - M_{B,K0} = -2.5 \log \frac{F_{B,tot}}{F_{B,K0}} = -2.5 \log \frac{200 * F_{B,F5} + 20 * F_{B,K0}}{F_{B,K0}}$$

$$M_{B,tot} - 1.72 = -2.5 \log \frac{200 * 10^{-1.99/2.5} F_{B,K0} + 20 * F_{B,K0}}{F_{B,K0}} = -2.5 \log(200 * 10^{-1.99/2.5} + 20)$$

$$M_{B,tot} = 1.72 - 2.5 * 1.71593 = -2.56982$$

(Subtotal point: 9)

Maka B-V untuk gugus adalah

$$(B-V)_{\text{tot}} = M_{B,\text{tot}} - M_{V,\text{tot}} = -3.2563 - (-2.56982) = -0.68648$$

(Subtotal point: 1)