

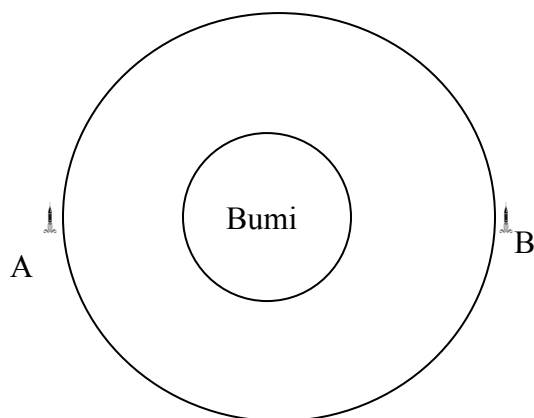


**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL**  
**DIREKTORAT JENDRAL PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH**  
**DIREKTORAT PENDIDIKAN MENENGAH UMUM**

**Soal Tes Seleksi Olimpiade Astronomi Nasional 2004**

Materi : **Teori**  
 Kategori : **Senior**  
 Periode : **24–26 Juni 2004**

1. Besarnya energi Matahari yang diterima Bumi adalah  $1.380 \text{ Watts/meter}^2$ . Berapakah besarnya energi Matahari yang diterima planet Saturnus apabila jarak Saturnus – Matahari = 9,5 SA (Satuan Astronomi) ?
2. Jika kamu berdiri di Venus, kamu akan melihat Matahari terbit dari Barat dan tenggelam di Timur. Jelaskanlah mengapa hal ini bisa terjadi?
3. Tiga buah benda: batang kayu, Bulan, dan Matahari diamati pada jarak tertentu tampak membentuk sudut  $0,5^\circ$ . Diketahui tinggi batang kayu adalah 160 cm, diameter Bulan 3.500 km, dan diameter Matahari 1.400.000 km. Tentukanlah jarak ketiga benda tersebut dari pengamat
4. Dua buah satelit (A dan B) bergerak berlawanan arah pada orbit lingkaran berjari-jari 10.000 km dari pusat Bumi. Jika mula-mula kedua satelit berkonjungsi superior (perhatikan gambar berikut), berapa waktu yang diperlukan hingga terjadi tabrakan? Diketahui satelit geostasioner (periode orbit 24 jam) mengorbit pada ketinggian 36.000 km



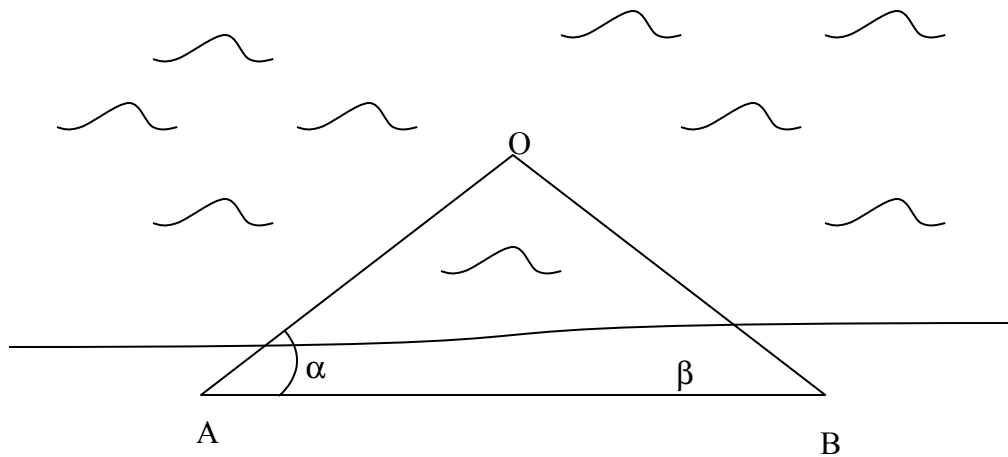
5. Andaikan bintang A sudah tampak dengan menggunakan teleskop 60 cm dan bintang B baru tampak kalau menggunakan teleskop 10 m (sistem optik kedua teleskop identik), bintang mana yang lebih terang? Berapa kali perbedaan terangnya?
6. Dalam Tabel di bawah diperlihatkan perioda revolusi planet anggota tata surya mengedari Matahari dan juga gaya gravitasi di permukaan planet-planet tersebut. Dengan menggunakan data tersebut tentukanlah :
- Umur kamu sekarang di planet-planet tersebut (dalam tahun masing-masing planet) jika umur kamu di Bumi sekarang adalah 17 tahun.
  - Berat badan kamu (dalam Newton) di planet-planet tersebut apabila massa badan kamu di Bumi sekarang adalah 55 kg.
- Isikanlah jawabanmu pada kolom yang tersedia, dan tuliskanlah bagaimana kamu mendapatkan hasil-hasil tersebut.

<b>Nama Planet</b>	<b>Percepatan Gravitasi di Permukaan Planet (<math>m/s^2</math>)</b>	<b>Periode Revolusi Planet (dalam hari Bumi)</b>	<b>Berat di Planet (N)</b>	<b>Umur di Planet</b>
Merkurius	3,70	87,97		Tahun Merkurius
Venus	8,87	224,70		Tahun Venus
Bumi	9,78	365,24		Tahun Bumi
Mars	3,69	686,93		Tahun Mars
Jupiter	20,87	4330,60		Tahun Jupiter
Saturnus	7,21	10755,70		Tahun Saturnus
Uranus	8,43	30687,20		Tahun Uranus
Neptunus	10,71	60190,00		Tahun Neptunus
Pluto	0,81	90553,00		Tahun Pluto

7. Dari planet Mars piringan Matahari tampak mempunyai diameter sudut 22,7 menit busur. Dengan mengetahui jari-jari linier Matahari yang sama dengan 109 kali jari-jari Bumi, berapa lama cahaya menempuh jarak Matahari–Mars? diketahui jari-jari Bumi = 6500 km
8. Para Astronom menemukan di seluruh galaksi Bimasakti terdapat 220 buah sisa Supernova (SN). Diketahui bahwa di Bimasakti setiap abad terjadi 2 SN. Berapa umur galaksi Bimasakti berdasarkan sisa SN yang ditemukan? Apabila umur galaksi Bimasakti adalah 10 milyar tahun, berapakah seharusnya sisa SN yang bisa ditemukan? Menurut anda berapa sisa SN yang belum ditemukan ?
9. Dua bintang memiliki magnitudo +4,1 mag dan +5,6 mag. Bintang yang lebih terang memberikan  $5 \times 10^{-4}$  Watt yang dikumpulkan oleh sebuah teleskop. Berapa

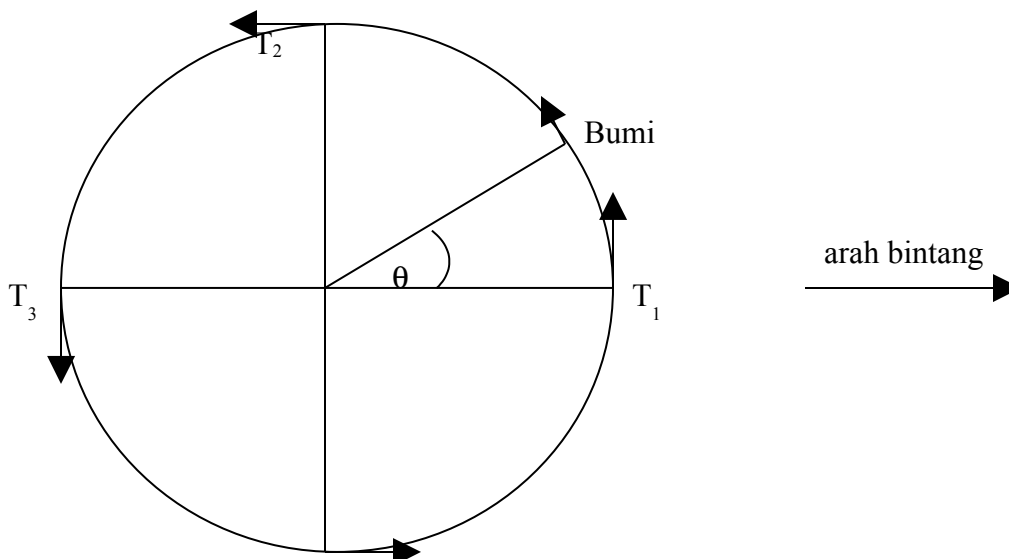
- banyak energi yang dikumpulkan oleh sebuah teleskop dari bintang yang lebih redup?
10. Seseorang akan merayakan ulang tahunnya ke-20 di atas sebuah kapal pesiar yang akan melintasi garis tanggal internasional. Andaikan saat itu tanggal 8 Agustus pukul 23<sup>h</sup> 36<sup>m</sup>, dan kapal berada pada zona -12 (bujur  $180^\circ \pm 7,5^\circ$ ). Perlihatkan bahwa orang tersebut dapat merayakan ulang tahunnya yang ke-20 sebanyak dua kali bila dia melintas garis tanggal internasional!
  11. Sebuah satelit buatan bergerak dengan kecepatan 6,9 km/det, sepanjang bidang ekuator dengan orbit lingkaran dan searah dengan rotasi Bumi. Berapakah periode satelit tersebut, agar ia selalu diamati pada suatu titik yang tetap di langit?
  12. Tiga orang astronot mendarat di bulan dengan kapsul ruang akasanya. Selanjutnya dua orang astronot berjalan-jalan di bulan dengan menggunakan kendaraan khusus di bulan. Pada jarak sekitar 100 km dari tempat pendaratan, kendaraannya mogok dan tidak bisa dipakai lagi. Terpaksa kedua astronot tersebut harus kembali dengan berjalan kaki ke kapsul pendarat. Sebelum berjalan kedua astronot tersebut memilih barang yang ada di kendaraan untuk keperluan perjalanannya. Barang-barang tersebut adalah :
    - a. Kompor gas untuk camping beserta tabung gasnya dengan berat total 5 kg.
    - b. Korek Api.
    - c. Kompas
    - d. Peta bintang
    - e. Lampu senter
    - f. Tali yang panjangnya 20 meter
    - g. Makanan mentah dalam kaleng sebanyak 10 kaleng @ 1 kg
    - h. Air 20 liter
    - i. Oksigen 4 tabung @ 5 kg
    - j. Tongkat besi

Jika kedua astronot tersebut adalah kamu sendiri dan teman kamu tentukanlah 5 barang yang harus dibawa secara berurutan mulai dari yang paling penting hingga yang kurang penting untuk bisa bertahan hidup sampai ke kapsul pendarat. Jelaskan juga untuk apa barang-barang tersebut penting di bawa
  13. Dalam astronomi, penentuan jarak suatu benda dapat menggunakan metode *paralaks trigonometri*. Pada prinsipnya, metode ini cukup sederhana, dan dapat diilustrasikan melalui penentuan jarak suatu kapal dari pantai, pada gambar sebagai berikut:



Penentuan jarak ke kapal dapat dilakukan melalui dua posisi A dan B yang diketahui jaraknya, dan mengukur sudut ke kapal dari ke dua posisi tersebut.

- Tunjukkan bahwa jarak  $AO = AB/(\cos \varphi + (\sin \varphi/\tan \Xi))$
  - Bagaimana dengan jarak  $BO$ ?
  - Apa yang terjadi jika benda terletak di tempat yang sangat jauh?
- Sistem dua benda dengan massa  $M_\odot$  dan  $M_J$  yang dipisahkan oleh jarak  $r$  akan bergerak mengitari pusat massanya. Jika diketahui jarak rata-rata Matahari-Jupiter adalah 778 juta km, massa Matahari  $M_\odot = 1,99 \times 10^{30}$  kg, dan massa Jupiter  $M_J = 1.90 \times 10^{27}$  kg, tentukanlah di mana pusat massa sistem Matahari-Jupiter
  - Untuk menentukan kecepatan Bumi mengelilingi Matahari, kita dapat menggunakan metode *spektroskopi*, yaitu melalui pengamatan spektrum benda itu. Kita andaikan Bumi mengitari Matahari dalam orbit lingkaran dengan kecepatan konstan  $v$ . Misalkan kita mengamati ke suatu arah di mana terdapat sebuah bintang yang terletak di bidang ekliptika (orbit Bumi), sebagai berikut:



- a. Bagaimanakah menyatakan variasi kecepatan radial ( $v_r$ ) pengamat di Bumi terhadap bintang tersebut.
- b. Gambarkan diagram kecepatan radial pengamat terhadap waktu, dan tentukan di mana posisi  $T_1, T_2, T_3, T_4$  dalam diagram tersebut (Kapan kecepatan radial maksimum, nol, dan minimum?).
- c. Menggunakan rumus pergeseran frekuensi Doppler:

$$(\lambda_i - \lambda_o)/\lambda_o = v_r/c \quad (c \text{ kecepatan cahaya})$$

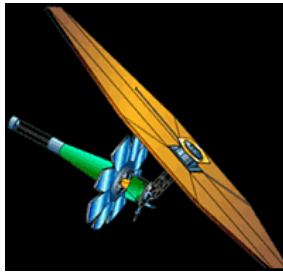
$\lambda_o$  adalah panjang gelombang diam. Panjang gelombang yang teramati,  $\lambda_i$ , bersilasi antara dua posisi  $T$  dengan periode satu tahun. Jika dilakukan pengamatan pada  $\lambda_o = 6000 \text{ \AA}$ , ternyata didapat variasi maksimum sebesar  $1,2 \text{ \AA}$ . Tentukan berapa kecepatan orbit Bumi mengelilingi Matahari. Dapatkah kamu menggambarkan perubahan garis spektrum tersebut?

16. Fenomena pasang-surut permukaan air laut di Bumi tidak lain terjadi akibat gaya gravitasi Bulan dan Matahari terhadap Bumi.
  - a. Lebih besar mana pengaruh gravitasi Bulan ataukah Matahari?
  - b. Gambarkan fenomena tersebut dalam diagram sederhana dengan mengandaikan seluruh permukaan Bumi ditutupi lautan, dan berilah penjelasan.
  - c. Mengapa setiap harinya suatu posisi di Bumi mengalami dua kali pasang dan dua kali surut? Buatlah empat buah gambar yang melukiskan urutan kejadian tersebut
17. Salah satu cara untuk memperkirakan massa sebuah benda langit adalah dengan gerak orbitnya relatif terhadap obyek didekatnya (atau sebaliknya).
  - a) Sebagai contoh, gunakan data orbital Bumi mengelilingi Matahari (anggap orbit lingkaran) sebagai berikut untuk memperkirakan massa Matahari
 

Radius orbit :  $1.50 \times 10^{13} \text{ cm}$   
 Periode orbit : 1 tahun =  $3.16 \times 10^7 \text{ detik}$   
 Petunjuk : gunakan percepatan sentripetal dalam persamaan untuk gaya.
  - b) Dengan cara yang serupa, perkirakanlah massa galaksi Bimasakti bila diketahui:
 

Radius orbit Matahari mengelilingi pusat Galaksi : 30.000 tahun cahaya.  
 Periode orbit : 230 juta tahun

Catatan : 1 tahun cahaya adalah jarak yang ditempuh cahaya dalam 1 tahun dengan kecepatan cahaya.
18. Dua buah benda buatan manusia ditempatkan di angkasa luar. Yang satu, sebuah satelit yang mengorbit Matahari dalam lintasan elips dengan eksentrisitas 0,5 dan jarak perihelion 80 juta km. Satelit itu dilindungi dari cahaya Matahari oleh sebuah cermin besar (lihat gambar) yang memantulkan 100% cahaya yang diterimanya. Selama mengorbit, cermin tersebut selalu menghadap Matahari.



19. Benda yang lain, sebuah pengukur kuat cahaya (fotometer) tahan panas, ditempatkan di fotosfer Matahari.
  - a. Hitung jarak aphelion orbit satelit tersebut
  - b. Berapa magnitudo perbedaan terang maksimum dan minimum satelit tersebut berdasarkan pengukuran fotometer ?
  
19. Andaikan galaksi Andromeda dan Bimasakti adalah dua galaksi yang saling tarik menarik sehingga saling mengitari dan pengaruh gravitasi galaksi lain dapat diabaikan. Jarak antara kedua galaksi 2 juta tahun cahaya. Dari pengamatan spektroskopi diketahui bahwa seolah-olah Andromeda mendekati Matahari dengan kecepatan 300 km/detik. Kecepatan ini disebabkan oleh dua hal yaitu gerak orbit Andromeda terhadap Bimasakti dan gerak orbit Matahari mengelilingi pusat Bimasakti. Diketahui kecepatan Matahari bergerak mengelilingi pusat Bimasakti 250 km/detik dengan arah membentuk sudut  $37^\circ$  dengan arah Andromeda. Asumsikan orbit Andromeda cukup lonjong dengan eksentrisitas 0,5.
  - a. Gambarkan diagram atau ilustrasi yang menggambarkan keadaan diatas terutama-arahan yang relevan.
  - b. Jika garis spektrum Andromeda yang dipakai untuk menghitung kecepatan geraknya adalah garis spektrum  $H\alpha$  yang memiliki panjang gelombang  $6.563 \text{ \AA}$ , pada panjang gelombang berapakah garis itu tampak di spektrum Andromeda?
  - c. Berdasarkan data di atas taksirlah berapa massa galaksi Bimasakti!
  
20. Tiga buah bintang ( $\alpha$  Cen A,  $\alpha$  Cen B dan Proxima Cen) mengorbit pada titik pusat massa. Periode dua bintang :  $\alpha$  Cen A dan  $\alpha$  Cen B diketahui mengorbit 70 tahun. Kalau jarak Proxima Cen terhadap kedua bintang yang lain tetap, berapa periode orbit Proxima Cen mengitari titik pusat massa sistem?
  
21. Bayangan sebuah tugu setinggi 5 m yang terletak di kota Pontianak diamati pada tanggal 21 Maret 2004 jam 8 pagi. Hitunglah kecepatan gerak bayangan ujung tugu yang jatuh ditanah saat itu karena gerak semu Matahari. Jawaban boleh menggunakan pendekatan.
  
22. Bumi mengelilingi Matahari dengan periode 365,25 hari. Mahluk angkasa luar yang tinggal di tata surya lain mengamati gerak Bumi. mengelilingi Matahari. Jika tata surya lain tersebut bergerak menjauhi Matahari dengan kecepatan tetap 2000 km/detik,

- a. Jelaskan dengan gambar mengapa menurut mahluk angkasa luar tersebut periode orbit Bumi tidak 365,25 hari!
  - b. Berapa hari kah periode orbit Bumi yang teramati oleh mahluk angkasa luar tersebut ?
23. Sebuah teleskop memotret Bulan purnama. Bila saat pemotretan, Bulan berada pada jarak 359.811 km dari Bumi dan diameter linier citra bulan pada bidang fokus teleskop adalah 5 cm, tentukan panjang fokus teleskop

**Rumus-rumus dan konstanta** (gunakan bila perlu):

1 SA = jarak Bumi–Matahari = 150 juta km

Kecepatan cahaya,  $c = 300.000$  km/detik

Rumus kecepatan gerak sebuah benda dalam lintasan elips dengan setengah sumbu panjang  $a$ , dan pada jarak  $r$  dari  $M$  adalah

$$v^2 = 2GM \left( \frac{2}{r} - \frac{1}{a} \right)$$

Rumus jarak terjauh dua benda yang saling mengitari dengan lintasan elips yang eksentrisitasnya  $e$  adalah  $r = a(e+1)$

Rumus jarak terdekat dua benda yang saling mengitari dengan lintasan elips yang eksentrisitasnya  $e$  adalah  $r = a(e-1)$

Luminositas Matahari :  $L_{\odot} = 4\pi\sigma R_{\odot}^2 T_{ef\odot}^4$

Fluks pancaran yang diterima di bumi  $E = \frac{L}{4\pi d^2}$  ,  $L$ =luminositas bintang,  $d$ =jarak

bintang

Massa Bumi ( $M_B$ ):  $5,97 \times 10^{24}$  kg

Massa Matahari ( $M$ ):  $1,99 \times 10^{30}$  kg

Jarak rata-rata Bumi – Bulan : 384.000 km

Jejari Matahari : 700.000 km

Jejari Bumi : 6.378 km

Konstanta gravitasi umum ( $G$ ):  $6,68 \times 10^{-11}$  Nm<sup>2</sup>/kg<sup>2</sup>