

# Pembahasan Soal Test

TEORI OAN 2004

---

1. **[Yunior] Massa seorang astronot di Bumi adalah 40 kg, berapakah berat astronot tersebut? Jika sekarang ia berada di atas sebuah asteroid yang gravitasi permukaannya 10 kali lebih kecil daripada gravitasi di permukaan Bumi, berapakah massa dan beratnya?**

Jawab :

Massa dan berat merupakan dua istilah yang berbeda. Massa suatu objek adalah jumlah materi yang dimiliki objek tersebut, sedangkan berat suatu objek merupakan gaya gravitasi yang dirasakan oleh objek tersebut. Dengan demikian, berat dipengaruhi gravitasi permukaan, sedangkan massa tidak bergantung pada gravitasi.

Di Bumi, massa astronot = 40 kg, maka beratnya =  $40 \text{ kg} \times 9,8 \text{ meter/det}^2 = 392 \text{ kg.meter/det}^2 = 392 \text{ Newton}$ .

Di asteroid (gravitasi permukaannya 10 kali lebih kecil dari Bumi), massa astronot = 40 kg. Beratnya =  $40 \text{ kg} \times (9,8/10) \text{ meter/det}^2 = 39,2 \text{ kg.meter/det}^2 = 39,2 \text{ Newton}$ .

2. **\*[Yunior] 1. [Senior] Besarnya energi Matahari yang diterima Bumi adalah 1380 Watts/meter<sup>2</sup>. Berapakah besarnya energi Matahari yang diterima planet Saturnus apabila jarak Saturnus – Matahari = 9,5 SA**

Jawab :

Fluks Matahari yang diterima di Bumi = 1380 Watts/meter<sup>2</sup>

Fluks di Bumi = (fluks di Saturnus)  $\times$  [(jarak Saturnus)/(jarak Bumi)]<sup>2</sup>

Fluks di Bumi / Fluks di Saturnus = [(jarak Saturnus)/(jarak Bumi)]<sup>2</sup>

Fluks di Bumi / Fluks di Saturnus =  $[9,5/1]^2$

Fluks di Bumi / Fluks di Saturnus = 90,25

Fluks di Saturnus = Fluks di Bumi / 90,25 =  $1380 / 90,25 \text{ Watts/m}^2 = 15,29 \text{ Watts/m}^2$

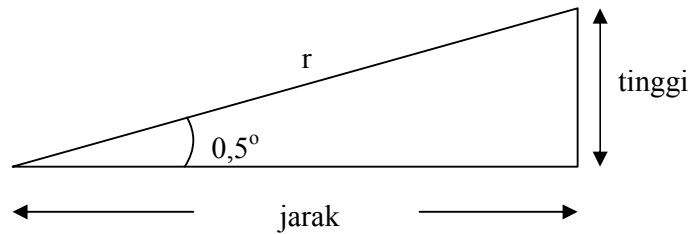
3. **[Yunior] 2. [Senior] Jika kamu berdiri di Venus, kamu akan melihat Matahari terbit dari barat dan tenggelam di timur. Jelaskanlah mengapa hal ini bisa terjadi?**

Jawab :

Rotasi planet Venus berarah retrograde, artinya Venus berotasi dalam arah kebalikan dari rotasi Bumi. Akibatnya jika kita berada di Venus, maka akan melihat Matahari terbit di Barat dan terbenam di Timur

3. **[Senior] 6. [Yunior] Tiga buah benda: batang kayu, Bulan, dan Matahari diamati pada jarak tertentu tampak membentuk sudut 0,5°. 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.**

Jawab :



$$\sin \alpha = \frac{t}{r}$$

$$\cos \alpha = \frac{j}{r}$$

$$\tan \alpha = \frac{t}{j}$$

$$\tan 0,5^\circ = 8,7 \times 10^{-3}$$

$$\frac{1}{\tan 0,5^\circ} = 114,6$$

1. Jarak batang kayu =  $1,6 \times 114,6 = 183,3$  m
2. JarakBulan =  $3500 \times 114,6 = 401100,0$  km
3. Jarak Matahari =  $1.400.000 \times 114,6 = 160.440.000,0$  km

**4.[Senior] 8.[Yunior] Dua buah satelit bergerak berlawanan arah pada orbit lingkaran berjari-jari 12,000 km (senior 10000km) dari pusat Bumi. Jika mula-mula kedua satelit berkonjungsi (superior), berapa waktu yang diperlukan hingga terjadi tabrakan? Diketahui satelit geostasioner (misalnya Palapa) mengorbit pada ketinggian 36,000 km.**

Jawab :

$P_g$  : Periode satelit geostasioner = 24 jam

$r_g$  : Radius orbit satelit geostasioner = 36.000 km+6300km

$P_s$  : Periode satelit

$r_s$  : Radius satelit = 12.000 km

$$\frac{r_g^3}{P_g^2} = \frac{r_s^3}{P_s^2}$$

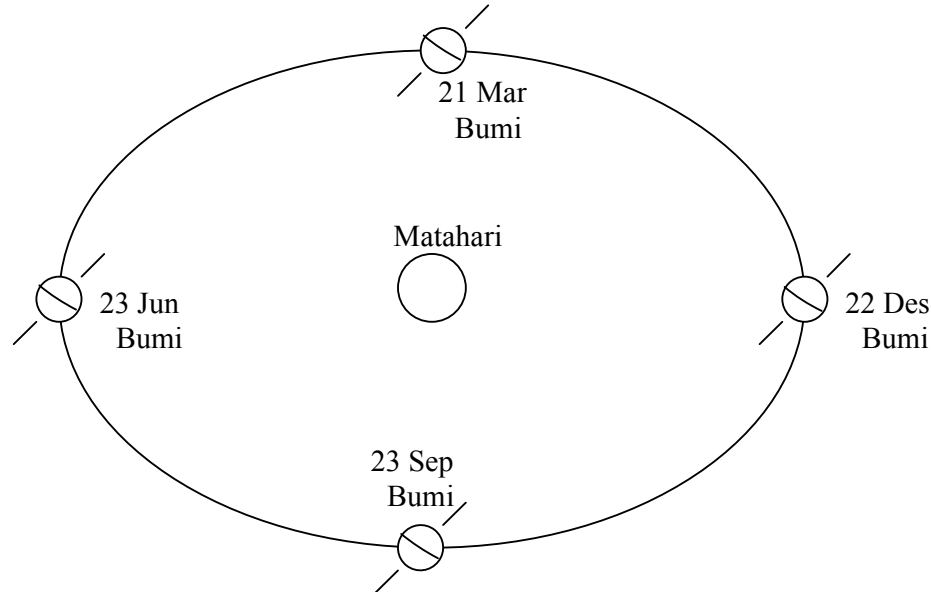
$$P_s^2 = \left( \frac{r_s}{r_g} \right)^3 P_g^2$$

$$= \left( \frac{12.000}{42.300} \right)^3 (24)^2 \approx 13.15$$

$$P_s = 3 \text{ jam } 38 \text{ menit}$$

**4. [Yunior] Tunjukkan dengan gambar bagaimana revolusi Bumi mengelilingi Matahari mengakibatkan perubahan musim di Bumi**

Jawab :



Pada tanggal 23 Desember Matahari tampak dari Bumi ada di garis balik selatan. Belahan Bumi Selatan mengalami musim panas. 21 Maret Matahari berada di ekuator. Belahan Bumi Selatan mengalami musim gugur. 23 Juni Matahari ada di garis balik utara. Belahan Bumi Selatan mengalami musim dingin. 23 September Matahari tampak di ekuator. Belahan Bumi Selatan mengalami musim semi dan seterusnya. Atau sebaliknya untuk Belahan Bumi Utara.

5. **[Yunior] Rasi Gemini dalam horoskop diperuntukkan bagi mereka yang lahir dalam bulan Juni, tetapi mengapa malam hari di bulan Juni kita tidak bisa melihat rasi Gemini tersebut? Kapankah kita dapat melihat rasi Gemini dengan baik?**

Jawab:

Rasi gemini ada di langit bulan Juni pada siang hari sehingga tidak mungkin melihatnya karena cahaya matahari yang menyelimuti langit. Untuk dapat melihat rasi gemini dalam posisi terbaik di malam hari (perbedaan 12 jam) perlu menunggu setengah tahun lagi.

5. **[Senior] 7. [Yunior] 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 ?**

Jawab :

Makin besar diameter makin besar daya mengumpulkan cahaya. Besarnya kuadrat dari perbandingan diameternya. Daya mengumpulkan cahaya dari teleskop dengan diameter 10 m adalah

$$P = \left( \frac{1000}{60} \right)^2 = 278 \times \text{teleskop berdiameter 60 cm}$$

Bintang A sudah tampak dengan menggunakan teleskop dengan diameter 60 cm yang dayanya 278x lebih kecil daripada teleskop dengan diameter 10 m. Bintang

B baru tampak dengan menggunakan teleskop diameter 10 m. Artinya bintang A lebih terang 278 kali daripada bintang B.

**6. [Senior] 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 :**

- a. Umur kamu sekarang di planet-planet tersebut (dalam tahun masing-masing planet) jika umur kamu di Bumi sekarang adalah 17 tahun.**
- b. 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

**Jawab :**

Berat badan di permukaan Planet. Misalkan :

Gaya gravitasi di permukaan Bumi =  $g_b = 9,78 \text{ m/s}^2$

Gaya gravitasi di permukaan Planet =  $g_p$

Berat badan di permukaan Bumi =  $W_b = 55 \text{ kg}$

Berat badan di permukaan Planet =  $W_p$

Jadi berat di permukaan planet dapat ditentukan sebagai berikut :

$$\frac{W_p}{W_b} = \frac{g_p}{g_b} \longrightarrow W_p = W_b \frac{g_p}{g_b} \longrightarrow W_p = 55 \frac{g_p}{9,78} \text{ kg}$$

Umur di Planet . Misalkan :

Periode Revolusi Bumi =  $P_b = 365,24 \text{ hari}$

Periode Revolusi Planet =  $P_p$

Umur di Bumi =  $U_b = 17$  tahun

Umur di Planet =  $U_p$

$$\text{Jadi, } U_p P_p = U_b P_b \longrightarrow U_p = U_b \frac{P_b}{P_p} \longrightarrow U_p = 17_b \frac{365,24_b}{P_p}$$

Hasilnya adalah sebagai berikut :

Nama Planet	Gaya Gravitasi di Permukaan Planet (m/s <sup>2</sup> )	Periode Revolusi Planet (dalam hari Bumi)	Massa semu di Planet (kg)	Umur di Planet
Merkurius	3,70	87,97	21	70,58 Tahun Merkurius
Venus	8,87	224,70	50	27,63 Tahun Venus
Bumi	9,78	365,24	55	17,00 Tahun Bumi
Mars	3,69	686,93	21	9,04 Tahun Mars
Jupiter	20,87	4330,60	117	1,43 Tahun Jupiter
Saturnus	7,21	10755,70	41	0,58 Tahun Saturnus
Uranus	8,43	30687,20	47	0,20 Tahun Uranus
Neptunus	10,71	60190,00	60	0,10 Tahun Neptunus
Pluto	0,81	90553,00	5	0,07 Tahun Pluto

7. **\*[Senior] 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**

Jawab:

Jari-jari linear Matahari  $109 \times 6500 \text{ km} = 708500 \text{ km}$

Jadi diameter linear Matahari =  $2 \times 708500 \text{ km}$

Rumus :  $d = D / p$

d : jarak

D : Diameter Matahari

P : diameter sudut

$$d = 2 \times 708500 \text{ km} / \sin(22.7') = 214,6 \text{ juta km}$$

Waktu yang diperlukan cahaya menempuh jarak Matahari–Mars =  $214,6 \text{ juta km} / 300.000 = 11.92 \text{ menit}$

9. **[Yunior] 8. [Senior] 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?**

Jawab :

Umur Galaksi Bimasakti =  $220/2 * 100$  tahun = 11.000 tahun

Seharusnya sisa SN yang belum ditemukan =  $10 \text{ milyar}/100 * 2 \text{ SN} = 200.000.000 \text{ SN}$

Sisa SN yang belum ditemukan =  $200.000.000 - 220 = 199.999.780 \text{ SN}$

- 9.[Senior] 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?**

Jawab :

*Dari rumus Pogson untuk perbedaan terang dua obyek*

$$m_1 - m_2 = -2,5 \log \left( \frac{E_1}{E_2} \right) = 2,5 \log \left( \frac{E_2}{E_1} \right) \text{ maka dapat ditentukan } \frac{E_2}{E_1} = 10^{0,4(m_1 - m_2)}.$$

Jadi dapat dihitung  $E_2 = 5 \times 10^{-4} \text{ Watt} \times 10^{0,4(4,1-5,6)} = 1,26 \times 10^{-4} \text{ Watt}$

- 10. [Yunior] 10.[Senior] 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 23:36, dan kapal berada pada zona -12 (bujur  $180^\circ \pm 7,5^\circ$ ). Perhatikan bahwa orang tersebut dapat merayakan ulang tahunnya yang ke-20 sebanyak dua kali bila dia melintas garis tanggal internasional!**

Jawab :

Sebelum melintas garis tanggal : jam 23.36, tanggal 8 Agustus  
Berada pada zona -12

Di Greenwich 11.36 , tanggal 8 Agustus

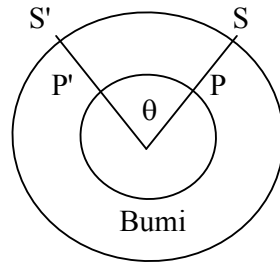
Sesaat setelah melintas garis tanggal, masuk ke zona +12

Saat itu di zona +12, jam menunjukkan 23.36, tetapi tgl 7 Agustus

Jadi dengan melintas garis tanggal internasional dari timur ke barat, tanggal 8 Agustus menjadi 7 Agustus, dan orang tersebut pada pagi harinya menemukan hari tersebut masih tanggal 8 Agustus.

- 11. [Yunior/Senior] 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?**

Jawab :



P = posisi pengamat  
P' = posisi pengamat setelah 1 jam  
S = posisi satelit  
S' = posisi satelit setelah 1 jam

Sudut yg ditempuh oleh pengamat akibat rotasi Bumi (= 24 jam)

$$\theta = \frac{360^\circ}{24} = 15^\circ/\text{jam} \quad (1)$$

Dalam satu jam sudut  
yg ditempu satelit

$$\theta = \frac{360^\circ}{P_s} \quad (2)$$

$$(1) = (2) \implies P_s = 24 \text{ jam.}$$

Periode satelit = 24 jam.

**12. [Yunior/Senior]Tiga orang astronot mendarat di Bulan dengan kapsul ruang angkasa. Selanjutnya dua orang astronot berjalan-jalan di permukaan Bulan dengan menggunakan kendaraan khusus. 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 :**

- Kompas gas untuk kemping beserta tabung gasnya dengan berat total 5 kg
- Korek api
- Kompas
- Peta bintang
- Lampu senter
- Tali yang panjangnya 20 meter
- Makanan mentah dalam kaleng sebanyak 10 kaleng @ 1 kg
- Air 20 liter
- Oksigen 4 tabung @ 5 kg
- 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.**

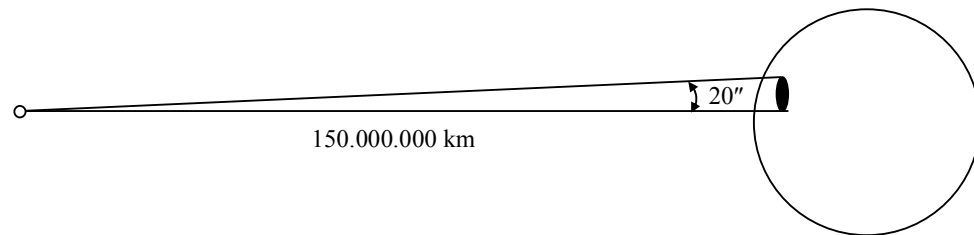
Jawab :

Lima barang-barang yang penting harus di bawa adalah:

- 4 tabung oksigen @ 5 kg. Oksigen diperlukan untuk bisa bernapas/ supaya bisa bertahan hidup.
- 20 liter air. Air diperlukan untuk bias bertahan hidup, karena tanpa air manusia tidak bisa hidup
- Peta Bintang. Peta bintang diperlukan sebagai petunjuk arah supaya bisa sampai ke kapsul pendarat.
- Tali yang panjangnya 20 meter. Tali diperlukan sebagai alat bantu untuk menaiki dan menuruni bukit-bukit yang terjal dan juga untuk menarik/membawa barang-barang lainnya.
- Tongkat besi . Tongkat besi diperlukan untuk membantu pada waktu menaiki bukit atau menuruni lembah-lembah yang terjal.
- lampu senter

**13. [Yunior]Sebuah “sunspot” memperlihatkan diameter sudut 20”. Jika jarak Matahari-Bumi 150.000.000 km berapa diameter linier “sunspot” tersebut ?**

Jawab :



$$2\pi R = 2 \times 3.14 \times 150.000.000$$

$$\text{Diameter linier} = 2 \times 3,14 \times 150.000.000 \times 20 / (360 \times 60 \times 60) \text{ km} = 14544 \text{ km}$$

**14. [Yunior] 13[Senior] Secara umum diketahui bahwa dua benda angkasa yang berinteraksi secara gravitasi akan bergerak mengitari pusat massa dari kedua benda tersebut. Jika diketahui jarak rata-rata Matahari-Jupiter adalah 778 juta km, massa Matahari  $M_{\odot} = 1,99 \times 10^{30} \text{ kg}$ , dan massa Jupiter  $M_J = 1,90 \times 10^{27} \text{ kg}$ , tentukanlah di mana pusat massa sistem Matahari-Jupiter.**

Jawab :

Pusat massa ditentukan oleh hubungan :

$$M_{\odot} \overline{CS} = M_J \overline{CJ} \text{ maka } \frac{\overline{CS}}{\overline{CJ}} = \frac{M_J}{M_{\odot}}$$

Sedangkan :

$$\overline{SC} + \overline{CJ} = \overline{SJ}$$

maka

$$\overline{CJ} \left( 1 + \frac{\overline{CS}}{\overline{CJ}} \right) = \overline{JS}$$



$$\overline{CJ} \left( 1 + \frac{M_J}{M_o} \right) = \overline{JS}$$

$$\overline{CS} \frac{M_o}{M_J} = \frac{\overline{JS}}{\left( 1 + \frac{M_J}{M_o} \right)}$$

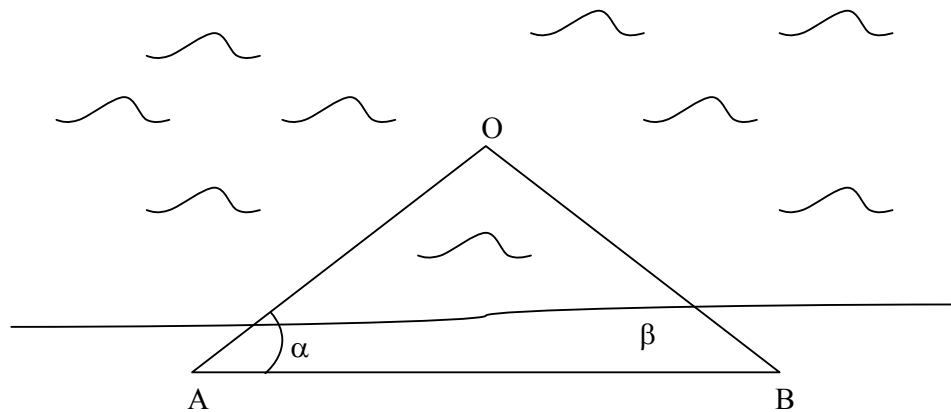
hitung :  $\overline{JS}$  = jarak Matahari-Jupiter  
= 778 juta km.

$$\overline{CS} = 778 \times 10^6 \frac{M_J / M_o}{\left( 1 + \frac{M_J}{M_o} \right)}$$

$$= 700.000 \text{ km}$$

Pusat massa sistem ini terletak di dekat permukaan Matahari (jari-jari = 700.000 km).

- 14.[Senior] 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:**



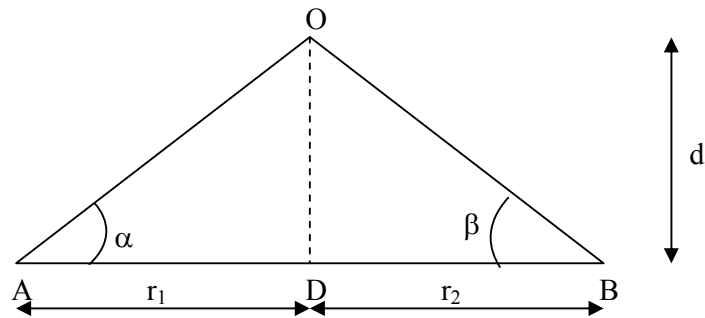
**Penentuan jarak ke kapal dapat dilakukan melalui dua posisi A dan B yang diketahui jaraknya, dan mengukur sudut ke kapal dari ke dua posisi tersebut.**

**a.Tunjukkan bahwa jarak  $AO = AB/(\cos \forall + (\sin \forall/\tan \exists))$**

**b.Bagaimana dengan jarak BO?**

**c.Apa yang terjadi jika benda terletak di tempat yang sangat jauh?**

Jawab :



Dapat ditentukan :

$$d = \overline{AO} \sin \alpha$$

$$= \overline{BO} \sin \beta$$

$$\overline{AB} = r_1 + r_2$$

$$= \overline{AO} \cos \alpha + \overline{BO} \cos \beta$$

Sehingga :

$$\overline{AB} = \frac{d}{\sin \alpha} \cos \alpha + \frac{d}{\sin \beta} \cos \beta$$

$$= d \left( \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} + \frac{\cos \beta}{\sin \beta} \right)$$

$$d = \frac{\overline{AB}}{\left( \frac{1}{\tan \alpha} + \frac{1}{\tan \beta} \right)}$$

Maka didapat :

$$\text{a). } \overline{AO} = \frac{\overline{AB}}{\left( \cos \alpha + \frac{\sin \alpha}{\tan \beta} \right)}$$

$$\text{b). } \overline{BO} = \frac{d}{\sin \beta} = \frac{\overline{AB}}{\left( \frac{\sin \beta}{\tan \alpha} + \cos \beta \right)}$$

c). Jika O terletak jauh sekali maka sudut-sudut  $\alpha$  dan  $\beta$  mendekati  $90^\circ$

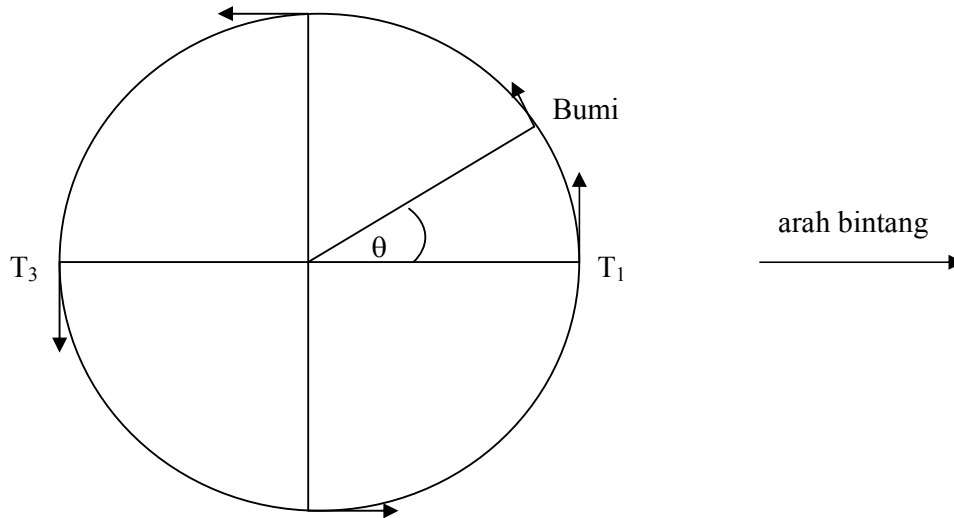
- 15. [Yunior]Gerhana Matahari Total lebih sering terjadi daripada Gerhana Bulan, tetapi hanya sedikit orang yang pernah menyaksikan Gerhana Matahari Total, sementara lebih banyak orang yang menyaksikan Gerhana Bulan Total. Jelaskan !**

Jawab :

Gerhana Matahari Total hanya melewati jalur sempit permukaan Bumi.

Sedangkan Gerhana Bulan Total dapat dilihat dari seluruh permukaan Bumi yang sedang mengalami malam hari karena diameter bumi yang lebih besar membuat kerucut bayangan bumi lebih besar dan lebih besar pula kemungkinan bulan masuk ke dalam kerucut bayangan bumi.

- 15.[Senior] Untuk menentukan kecepatan Bumi mengelilingi Matahari, kita dapat menggunakan metode *spektroskopi*, yaitu melalui pengamatan spektrum suatu bintang. 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:



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

$$(\lambda_i - \lambda_0)/\lambda_0 = v_r/c \quad (c \text{ kecepatan cahaya})$$

$\lambda_0$  adalah panjang gelombang diam. Panjang gelombang yang teramati,  $\lambda_i$ , bersilasi antara dua posisi  $T$  dengan periode satu tahun. Jika dilakukan pengamatan pada  $\lambda_0 = 6000 \text{ \AA}$ , ternyata didapat variasi maksimum sebesar  $1,2 \text{ \AA}$ . Tentukan berapa kecepatan orbit Bumi mengelilingi Matahari. Dapatkah kamu menggambarkan perubahan garis spektrum tersebut?

Jawab :

- $v_r = v \sin \theta$
- kecepatan radial akan nol di  $T_1$  dan  $T_3$  ketika sudut  $\theta = 0^\circ$  dan  $180^\circ$ . Maksimum pd  $T_2$  dan minimum pada  $T_4$ .
- $$\frac{\lambda_i - \lambda_0}{\lambda_0} = \frac{v_r}{c}$$

$$\lambda_0 = 6000 \text{ \AA}$$

$$\Delta\lambda = \lambda_i - \lambda_0 = 1,2 \text{ \AA}$$

maka dapat dihitung :

$$v_r = \frac{\Delta\lambda}{\lambda_0} c$$

$$= 29,78 \text{ km / dtk}$$

**16. [Yunior/Senior] 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?**

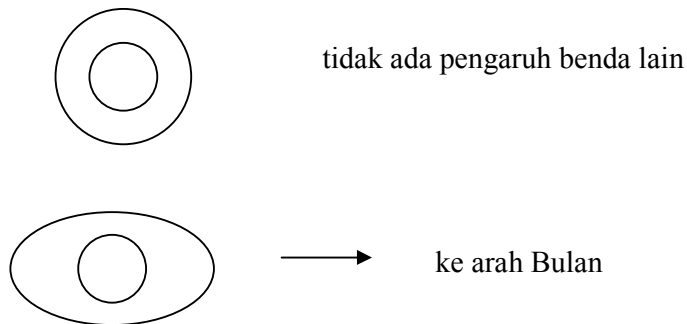
**b. Gambarkan fenomena tersebut dalam diagram sederhana dengan mengandaikan seluruh permukaan Bumi ditutupi lautan, dan berilah penjelasan.**

**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.**

Jawab :

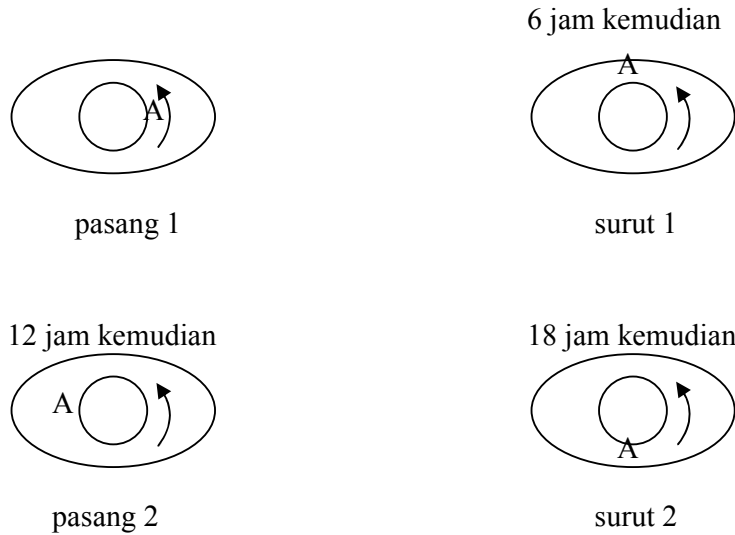
a. Pengaruh Bulan, walaupun massanya jauh lebih kecil daripada massa Matahari, tetapi jaraknya ke Bumi jauh lebih dekat dibanding jarak ke Matahari.

b.



Terjadi pengelembungan ke arah Bulan dibagian terdekat, sedangkan bagian paling jauh "tercecer" sehingga juga terjadi pengelembungan

c. Hal ini terjadi akibat rotasi Bumi :



17. [Yunior]Jelaskan *mengapa* perbedaan terang planet Jupiter antara saat ia berada pada jarak paling jauh dari Bumi (konjungsi) dan saat jaraknya paling dekat ke Bumi (oposisi), lebih kecil daripada perbedaan terang planet Mars pada saat konjungsi dan pada saat opsisi. Jarak Mars-Matahari = 1,5 SA dan jarak Jupiter-Matahari= 5,2 SA.

Jawab :

Perbedaan jarak ketika oposisi jarak Bumi-Jupiter = 5,2 SA – 1 SA = 4,2 SA dan jarak pada konjungsi Bumi-Jupiter= 5,2 SA + 1 SA = 6,2 SA.

Perbandingan terang antara keduanya =  $\left(\frac{4,2}{6,2}\right)^2 = (0,68)^2 = 0,46$ .

Untuk Mars, perbedaan jarak ketika oposisi jarak Bumi-Mars = 1,5 SA – 1 SA = 0,5 SA dan jarak pada konjungsi Bumi-Mars= 1,5 SA + 1 SA = 2,5 SA. Jadi

perbedaan terang antara keduanya  $\left(\frac{0,5}{2,5}\right)^2 = (0,2)^2 = 0,04$ .

17.[Senior] Salah satu cara untuk mengestimasi 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) sbb. untuk mengestimasi massa Matahari

radius orbit :  $1.50 \times 10^{13}$  cm

periode rotasi : 1 tahun =  $3.16 \times 10^7$  dtk

Petunjuk : gunakan percepatan sentripetal dalam persamaan untuk gaya.

b) Dengan cara yang serupa, perkirakan massa Galaksi Bimasakti bila diketahui :

radius orbit Matahari mengelilingi pusat Galaksi :  
30,000 tahun cahaya.

Periode revolusi : 230 tahun

Catatan : 1 tahun cahaya adalah jarak yang ditempuh cahaya dalam 1 tahun dengan kecepatan cahaya

Jawab :

$$a) |F| = m|a| = m \frac{v^2}{r}$$

$$v = \frac{\text{keliling orbit}}{\text{periode}} = \frac{2\pi r}{P} = 2.98 \times 10^6 \text{ cm/det.}$$

$$\frac{GM_0 m}{r^2} = \frac{mv^2}{r} \Rightarrow M_0 = \frac{v^2 r}{G} = 2.0 \times 10^{33} \text{ gram}$$

$$b) v = 250 \text{ km/det.}$$

$$M_G = \frac{v^2 r}{G} = 1.3 \times 10^{11} M_0$$

18. [Yunior] Dua buah benda buatan manusia ditempatkan di angkasa luar. Yang satu, sebuah satelit yang mengorbit Matahari dalam lintasan elips dengan jarak aphelium 240 juta km dan jarak perihelium 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. Benda yang lain, sebuah pengukur kuat cahaya (fotometer) tahan panas, ditempatkan di fotosfir Matahari.

Berapa perbandingan terang maksimum dan minimum satelit tersebut berdasarkan pengukuran fotometer?

Petunjuk : energi cahaya yang diterima oleh suatu benda dari suatu sumber cahaya berbanding terbalik terhadap kuadrat jarak benda dari sumber cahaya.



Jawaban Soal 1 Yunior

Misalkan

$L$  = Luminositas Matahari

$E$  = energi yang diterima cermin satelit dari Matahari per satuan luas

$A$  = luas cermin

$R_p$  = Jarak Perihelium

$$E = \frac{L}{4\pi R^2}$$

Energi cahaya yang diterima robot jika satelit di perihelium :  $E_p = \frac{L}{16\pi R_p^2}$

Energi cahaya yang diterima robot jika satelit di aphelium :  $E_a = \frac{L}{16\pi R_a^2}$

$$\frac{E_a}{E_p} = \frac{R_p^2}{R_a^2} = \frac{8^2}{24^2} = \frac{1}{9} \text{ sampai disini saja ???????}$$

$$\Delta m = -2,5 \log(E_a / E_p) = -2,5 \log\left(\frac{1}{9}\right) = 2,39$$

**18.[Senior] 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 perihelium 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. Benda yang lain, sebuah pengukur kuat cahaya (fotometer) tahan panas, ditempatkan di fotosfir matahari.**

- Hitung jarak aphelium orbit satelit tersebut**
- Berapa magnitudo perbedaan terang maksimum dan minimum satelit tersebut pengukuran fotometer ?**

Jawaban Soal 1 Senior bagian a

Perihelium =  $a(1-e)$

80 juta km =  $a/2$

$a = 160$  juta km

Aphelium =  $a(1+e)$

=  $160 \text{ juta km} \times 1,5 = 240$  juta km

Jawaban soal 1 Senior bagian b

Misalkan

$L$  = Luminositas matahari

$E$  = energi yang diterima cermin satelit dari matahari per satuan luas

$A$  = luas cermin

$R_p$  = Jarak Perihelium

$$E = \frac{L}{4\pi R^2}$$

Energi cahaya yang diterima robot jika satelit di perihelium :  $E_p = \frac{L}{16\pi R_p^2}$

Energi cahaya yang diterima robot jika satelit di aphelium :  $E_a = \frac{L}{16\pi R_a^2}$

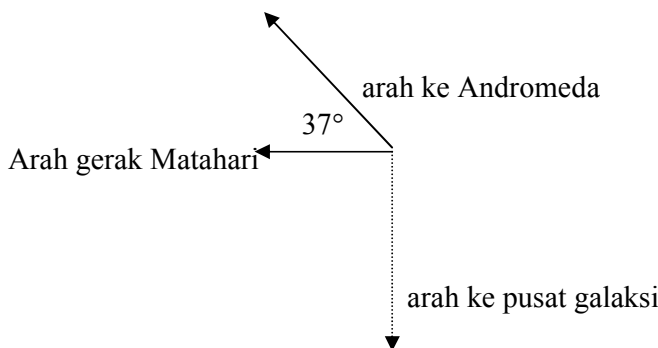
$$\frac{E_a}{E_p} = \frac{R_p^2}{R_a^2} = \frac{8^2}{24^2} = \frac{1}{9}$$

$$\Delta m = -2,5 \log(E_a / E_p) = -2,5 \log\left(\frac{1}{9}\right) = 2,39$$

**19. [Yunior]** Andaikan galaksi Andromeda dan Bima sakti 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/jam dengan arah membentuk sudut  $37^\circ$  dengan arah Andromeda.

- Gambarkan diagram atau ilustrasi yang menggambarkan keadaan diatas terutama-arahan-arahan yang relevan.
- Bagaimana para astronom bisa menghitung kecepatan gerak Andromeda dari spektrumnya ? Dengan menggunakan hukum atau teori apa ?
- Nilai besaran apalagi yang dapat diperoleh dari data diatas ? Dengan menggunakan hukum atau teori apa ?

Jawaban Soal 2 Yunior bagian a



Jawaban Soal 2 Yunior bagian b

Astronom menghitung kecepatan gerak radial Andromeda dari spektrumnya berdasarkan hukum doppler. Sumber gelombang yang mendekati pengamat akan mengakibatkan panjang gelombang yang diterima pengamat lebih pendek dari aslinya. Jadi kecepatan Andromeda dihitung berdasarkan pergeseran garis  $H\alpha$ .

Jawaban Soal 2 Yunior bagian c

Dengan menggunakan hukum gravitasi Newton dapat dihitung massa minimum Bima Sakti.

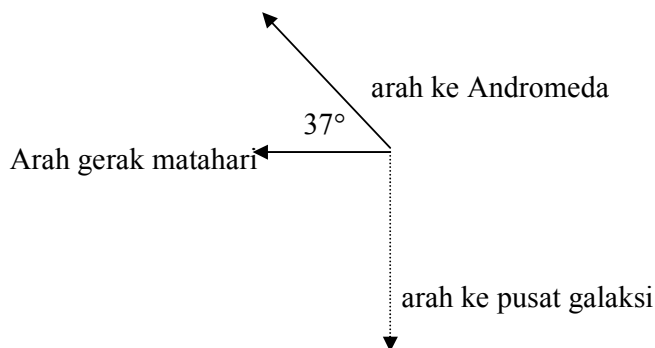
**19.[Senior]** Andaikan galaksi Andromeda dan Bimasakti adalah dua galaksi yang saling tarik menarik sehingga saling mengitari dan pengaruh gravitasi galaksi lain dapat



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/ jam dengan arah membentuk sudut  $37^\circ$  dengan arah Andromeda. Asumsikan orbit Andromeda cukup lonjong dengan eksentrisitas 0,5.

- Gambarkan diagram atau ilustrasi yang menggambarkan keadaan diatas terutama-arah-arah yang relevan.
- Jika garis spektrum Andromeda yang dipakai untuk menghitung kecepatannya adalah garis spektrum  $H\alpha$  yang memiliki panjang gelombang 6563 Å, pada panjang gelombang berapakah garis itu tampak di spektrum Andromeda ?
- Berdasarkan data di atas taksirlah berapa massa galaksi Bimasakti !

Jawaban Soal 2 Senior bagian a



Jawaban Soal 2 Senior bagian b

Menurut Doppler :

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{v}{c}$$

$$\frac{\Delta\lambda}{6563} = \frac{300}{300000}$$

$$\Delta\lambda = 6,365 \text{ Å}$$

Garis  $H\alpha$  tersebut teramati pada panjang gelombang 6558,635 Å

Proyeksi arah gerak matahari terhadap Andromeda :  $250 \cos 37^\circ = 150 \text{ km/s}$ .

Kecepatan relatif Bimasakti terhadap Andromeda :  $300 - 150 = 150 \text{ km/s}$

$$\frac{v^2}{r} = G \frac{M}{r^2}$$

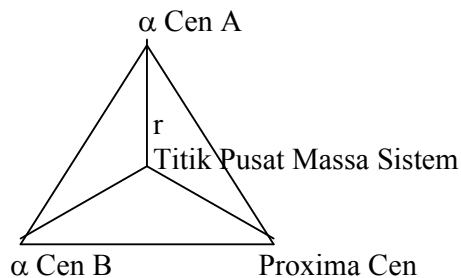
$$\begin{aligned} M &= rv^2 / G \\ &= 2 \cdot 10^6 \cdot 10^{18} \cdot (1,5 \cdot 10^7)^2 / (6,67 \cdot 10^{-11}) \\ &= 6,7 \cdot 10^{47} \text{ gram} \approx 10^{11} \text{ kali massa matahari} \end{aligned}$$

Hasil ini adalah massa minimum Bima Sakti, jika kita tahu komponen kecepatan tangensialnya, maka massa Bima Sakti bisa diketahui.

**20. [Yunior/Senior]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?**

Jawab :

Karena Proxima Cen harus menjaga jarak yang sama terhadap  $\alpha$  Cen A dan  $\alpha$  Cen B, maka Proxima Cen membentuk segitiga samasisi dengan kedua bintang itu. Proxima Cen harus mengorbit dengan periode yang sama dengan periode  $\alpha$  Cen A dan  $\alpha$  Cen B. Bukti sebagai berikut.



1. Karena berupa segitiga samasisi, ketiga bintang masing-masing menempati titik sudut segitiga samasisi.
2. Segitiga samasisi berada pada lingkaran berpusat di titik pusat massa sistem dan jejari  $r$ . Lingkaran itu menjadi tempuhan yang sama bagi ketiga bintang.
3. Untuk menjaga jarak sama, ketiganya harus menjaga jarak sudut yang sama; yang berarti pula ketiganya mengorbit dengan kecepatan sudut yang sama  $\omega = 2\pi/P$ , dipenuhi bila periode ketiganya sama.

**21. [Yunior]Panjang bayangan sebuah tugu setinggi 5 m yang terletak di kota Pontianak pada tanggal 21 Maret 2004 jam 8 pagi, adalah 8,7 m. Apabila satu menit kemudian panjang bayangannya 8,2 m, hitunglah kecepatan gerak bayangan tugu yang jatuh di tanah saat itu karena gerak semu Matahari. Jawaban boleh menggunakan pendekatan.**

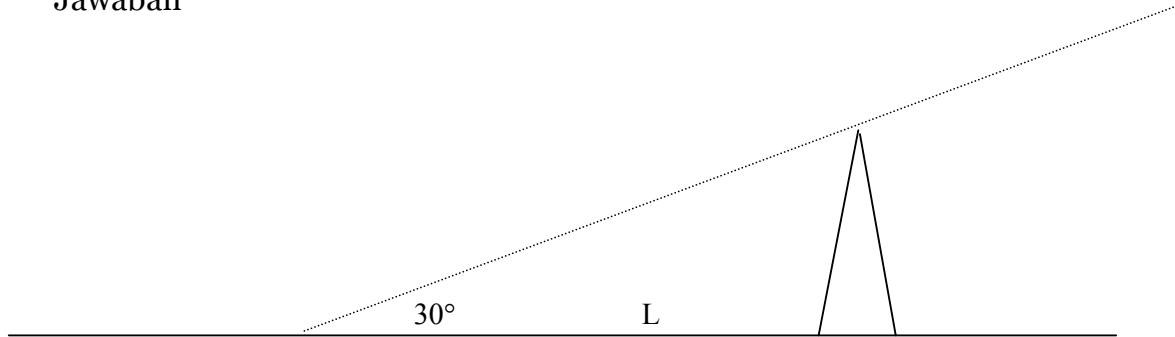
Jawaban

Beda posisi ujung bayangan : 0,5 m, waktu 1 menit,

Kecepatan = beda posisi/waktu = 0,5 m/menit = 30 m/jam

**21. [Senior] 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.**

Jawaban



Misalkan sudut antara sinar matahari dan garis vertikal adalah  $\phi$ ,

Pada pukul 08.00,  $\phi = 60^\circ$

Panjang bayangan  $L = 5 \tan(60^\circ) = 8,66 \text{ m}$

Pada pukul 8.01,  $\phi = 60^\circ - 1/(60 \cdot 24) \cdot 360^\circ = 58,5^\circ$

Panjang bayangan  $L = 5 \tan(58,5^\circ) = 8,16 \text{ m}$

Jadi dalam 1 menit bayangan bertambah pendek 0,5 m

Kecepatan gerak bayangan pada sekitar jam 8 adalah 0,5 m/menit atau 30 m/jam

**22. [Yunior/Senior] Bumi mengelilingi Matahari dengan periode 365,25 hari. Makhluk 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,**

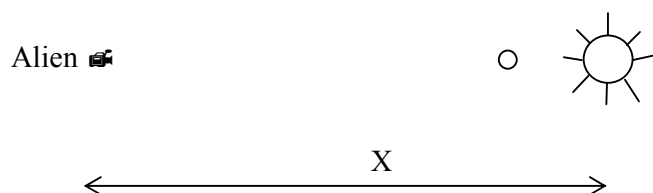
- Jelaskan dengan gambar mengapa menurut makhluk angkasa luar tersebut periode orbit Bumi tidak 365,25 hari!**
- berapa harikah periode orbit Bumi yang teramati oleh makhluk angkasa luar tersebut ?**

Jawaban soal 4 bagian a

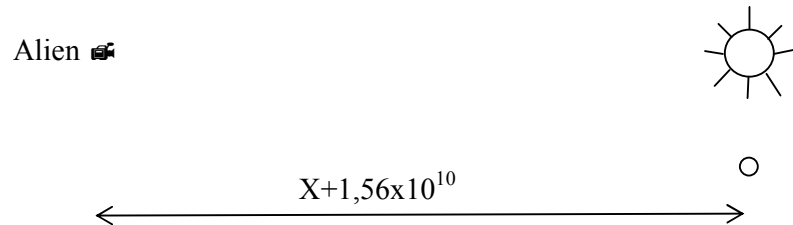
Misalkan makhluk angkasa luar kita sebut Alien

Jarak Alien ke Matahari pada saat  $t$  adalah  $X \text{ km}$ , sehingga waktu yang dibutuhkan cahaya dari Matahari ke Alien adalah  $X/300000 \text{ detik}$  dan posisi

Bumi – Matahari seperti pada gambar berikut :



Pada  $t+91,3$  hari,  
 jarak Alien ke Matahari adalah  $X+2000*60*60*24*30*3=X+1,56*10^{10}$  km



Untuk menempuh jarak ini cahaya membutuhkan waktu  $(X+1,56*10^{10})/300000$   
 $=X/300000+5,18*10^4$  detik  
 $=X/300000+(0,6 \text{ hari})$   
 Dengan demikian Alien akan mengamati periode revolusi Bumi yang lebih lama dari yang sebenarnya.

Jawaban soal 4 bagian b  
 Jadi keadaan seperti pada gambar 2 baru teramati oleh Alien pada saat  $(T+91,3+0,6)$  hari  
 dan pada saat  $(T+365,25+2,4)$  hari Bumi telah mengelilingi Matahari tepat satu kali.  
 Jadi periode revolusi Bumi menurut pengamatan alien adalah 367,65 hari.