

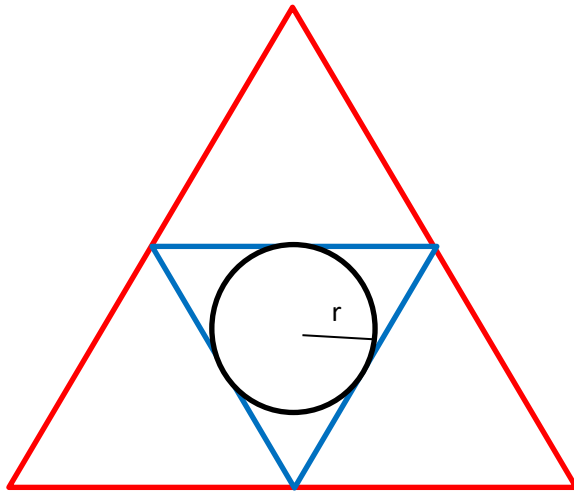
**SOLUSI SIMULASI OLIMPIADE SAINS  
NASIONAL TINGKAT KOTA BIDANG  
ASTRONOMI 2017**



**TIM OLIMPIADE ASTRONOMI INDONESIA 2017**

## Soal Pilihan Ganda

1.



$\left[ \frac{\sin}{\cos} \right]$  Jika segitiga merah dan segitiga biru di atas adalah segitiga sama sisi dengan panjang sisi segitiga merah adalah  $x$ , maka besar radius  $R$  adalah..... (dinyatakan dalam  $x$ )

- a.  $\frac{1}{3}x$
- b.  $\frac{\sqrt{3}}{6}x$
- c.  $\frac{\sqrt{6}}{15}x$
- d.  $\frac{\sqrt{3}}{12}x$
- e.  $\frac{1}{2}x$

**Solusi: D**

Panjang sisi segitiga biru adalah setengah  $X$ , lalu dengan sifat lingkaran dalam segitiga,  $r$  adalah  $1/3$  tinggi segitiga, maka

$$R = \frac{1}{3} \times \sqrt{\left(\frac{1}{2}x\right)^2 - \left(\frac{1}{4}x\right)^2} = \frac{\sqrt{3}}{12}x$$

2. [MAA] Sebuah *solar sail* adalah wahana antariksa yang menggunakan tekanan radiasi bintang sebagai sumber propulsinya. Jika  $L$  adalah luminositas bintang,  $c$  kecepatan cahaya,  $d$  jarak wahana ke bintang, maka tekanan radiasi yang diterima *solar sail* adalah... (momentum cahaya = energi dibagi kecepatan cahaya)

- a.  $L/4\pi d^2 c^2$
- b.  $L/4\pi d^2 c$
- c.  $L/2\pi d c$
- d.  $4\pi d^2 L/c^2$
- e.  $4\pi d^2 L/c$

**Solusi: B**

Tekanan adalah gaya dibagi luasan dimana gaya tersebut dilakukan. Sementara itu, gaya adalah perubahan momentum per waktu.

$$P = \frac{F}{A} = \frac{\Delta p}{\Delta t} \cdot \frac{1}{A}$$

Sementara itu, perubahan momentum yang dilakukan cahaya terhadap suatu benda sama dengan energi cahaya yang diterima luasan gaya tersebut dibagi kecepatan cahaya.

$$p = \frac{K}{c}$$

$$P = \frac{K}{c\Delta t} \cdot \frac{1}{A}$$

Fluks cahaya adalah energi cahaya per waktu per luasan penerima cahaya. Sebaliknya, energi cahaya adalah fluks cahaya dikali waktu dikali luasan penerima cahaya.

$$E = \frac{K}{A\Delta t}$$

$$K = E \cdot \Delta t \cdot A$$

Fluks cahaya adalah luminositas dibagi luas permukaan bola dengan sumber cahaya berada di pusat dan radius lingkaran tersebut adalah jarak sumber cahaya dengan penerima fluks.

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

$$K = \frac{L}{4\pi d^2} \cdot \Delta t \cdot A$$

$$P = \frac{L}{4\pi d^2 c}$$

Cara alternatif mengerjakan soal tersebut adalah dengan analisis dimensi. Dimensi tekanan adalah

$$[P] = ML^{-1}T^{-2}$$

Sementara dimensi pilihan jawaban A sampai dengan E adalah:

$$[A] = ML^{-2}T^{-1}$$

$$[B] = ML^{-1}T^{-2}$$

$$[C] = MT^{-2}$$

$$[D] = ML^2T^{-1}$$

$$[E] = ML^3T^{-2}$$

Karena dimensi yang cocok hanyalah pilihan jawaban B, maka jawaban adalah B.

3. **[HS]** Seekor panda melemparkan bola dari atas sebuah gedung setinggi 24 meter. Waktu yang dibutuhkan bola untuk mencapai tanah 3x waktu untuk mencapai titik tertinggi. Jika bola dilemparkan dengan kecepatan awal  $37\sqrt{2} \text{ m/s}$  dan sudut elevasi  $45^\circ$  serta  $g = 10 \text{ m/s}^2$ . Tangen sudut antara bola dan tanah ( $\theta$ ) saat bola menyentuh tanah adalah...

(Petunjuk:  $\tan \theta = \frac{v_{ty}}{v_{tx}}$ )

- 3
- 2
- 1
- 1

e. -2

**Solusi: E**

Saat bola mencapai titik tertinggi memenuhi persamaan  $V_{py} = 0$

( $V_{py}$  = kec. pada sumbu Y saat di puncak)

$$\begin{aligned}V_{py} &= V_{oy} - gt \\0 + gt &= V_{oy} \\t &= \frac{V_{oy}}{g}\end{aligned}$$

Waktu untuk mencapai tanah 3x waktu untuk mencapai titik tertinggi maka,

$$\begin{aligned}t' &= 3t \\t' &= \frac{3V_{oy}}{g}\end{aligned}$$

Untuk mencari sudut  $\theta$  maka

$$\begin{aligned}\tan \theta &= \frac{V_{ty}}{V_{tx}} \\ \tan \theta &= \frac{V_{oy} - gt'}{V_{ox}} \\ \tan \theta &= \frac{V_{oy} - \frac{3V_{oy}}{g}g}{V_{ox}} \\ \tan \theta &= \frac{-2V_{oy}}{V_{ox}} \\ \tan \theta &= \frac{-2V_o \sin 45^\circ}{V_o \cos 45^\circ} \\ \tan \theta &= -2\end{aligned}$$

4. [MIK]  $7,4 \times 10^{11}$  tahun dari sekarang massa matahari kita berkurang sebesar 5% untuk diubah menjadi energi. Jika tidak ada gangguan gaya pada bumi pada rentang waktu tersebut ( $\sum F_{bumi} = 0$ ) dan bentuk orbit bumi awal dan orbit bumi akhir sama yaitu lingkaran. Hitunglah perubahan periode revolusi bumi jika periode revolusi awal adalah 1 tahun ( $\Delta T = T_{final} - T_{initial}$ )
- 0,10 tahun
  - 0,05 tahun
  - 0,05 tahun
  - 0,10 tahun
  - 0,00 tahun

**Solusi : C**

Gaya yang bekerja ke bumi:

$$\sum F_{bumi} = M_{bumi} \cdot \vec{a}_{bumi} = 0 \text{ sehingga } \vec{a}_{bumi} = 0 \text{ atau } \vec{v}_{bumi} = \text{konstan}$$

$\vec{a}_{bumi}$ : percepatan revolusi bumi

Karena  $\vec{v}_{bumi} = \text{konstan}$  maka kecepatan awal bumi sama dengan kecepatan akhir bumi

$$V_{initial} = V_{final}$$

$$\sqrt{\frac{GM_{initial}}{d_{initial}}} = \sqrt{\frac{GM_{final}}{d_{final}}}$$

$$d_{final} = \frac{M_{final}}{M_{initial}} \cdot d_{initial}$$

$$d_{final} = 0,95 \text{ AU}$$

Hukum Kepler ke 3:

$$\frac{d_{final}^3}{T_{final}^2} = M_{final}$$

$$\sqrt{\frac{d_{final}^3}{M_{final}}} = T_{final}$$

$$T_{final} = \sqrt{\frac{0,95^3}{0,95}}$$

$$T_{final} = 0,95 \text{ tahun}$$

$$\Delta T = T_{final} - T_{initial} = -0,05 \text{ tahun}$$

Sehingga perubahan periode revolusi bumi adalah -0.05 tahun

5. [MAA] Sebuah planet memiliki percepatan gravitasi permukaan sama dengan Bumi namun massanya dua kali Bumi. Rapat massa rata-rata planet tersebut adalah...

- 4 kali rapat massa rata-rata Bumi
- 2 kali rapat massa rata-rata Bumi
- $\sqrt{2}$  kali rapat massa rata-rata Bumi
- $\frac{1}{2} \sqrt{2}$  kali rapat massa rata-rata Bumi
- $\frac{1}{2}$  kali rapat massa rata-rata Bumi

**Solusi: D**

Nilai percepatan gravitasi di permukaan sama dengan konstanta gravitasi dikali massa benda dibagi kuadrat radiusnya.

$$g = \frac{GM}{R^2}$$

$$\frac{g_{planet}}{g_{earth}} = \frac{M_{planet}}{M_{earth}} \cdot \left(\frac{R_{earth}}{R_{planet}}\right)^2 = 1$$

$$\frac{M_{earth}}{2M_{earth}} = \left(\frac{R_{earth}}{R_{planet}}\right)^2$$

$$\frac{R_{planet}}{R_{earth}} = \sqrt{2}$$

Rapat massa adalah massa dibagi volume, yang selanjutnya sebanding dengan radius pangkat tiga.

$$\rho \propto \frac{M}{R^3}$$

$$\frac{\rho_{planet}}{\rho_{earth}} = \frac{M_{planet}}{M_{earth}} \cdot \left( \frac{R_{earth}}{R_{planet}} \right)^3$$

$$\frac{\rho_{planet}}{\rho_{earth}} = \frac{2M_{earth}}{M_{earth}} \cdot \left( \frac{1}{\sqrt{2}} \right)^3$$

$$\frac{\rho_{planet}}{\rho_{earth}} = \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{1}{2} \sqrt{2}$$

$$\rho_{planet} = \frac{1}{2} \sqrt{2} \rho_{earth}$$

6. [HYP] Apabila rotasi planet Mars  $24^h 37^m 22,6^s$  dan 1 hari di Mars adalah 1 sol maka lama 1 tahun Mars adalah...
- 365,252 sol
  - 684,471 sol
  - 667,155 sol
  - 783,165 sol
  - 356,009 sol

**Solusi: C**

1 tahun di Mars =  $\sqrt{1,52^3}$  tahun Bumi.

= 1,874 tahun Bumi =  $1,874 \times 365,25 \times 24^h = 16427,325$  jam.

$$= \frac{16427,325^h}{24^h 37^m 22,6^s} = 667,155 \text{ sol}$$

7. [JSB] Tristan merupakan seorang zombie berintelekt. Dia tahu bahwa zombie musnah jika terpapar cahaya seterang bulan purnama. Manusia pun membuat alat pemancar cahaya sekuat 100 Watt. Apabila magnitudo bulan purnama -12,7 mag, berapakah jarak maksimum Tristan mendekat ke alat tersebut sebelum musnah?
- 39,59 m
  - 49,59 m
  - 59,59 m
  - 69,59 m
  - 79,59 m

**Solusi: B**

Tentukan Fluks matahari yang diterima Bumi, ( $L_{matahari}$  dan  $d_{matahari-bumi}$  dari konstanta)

$$F_{matahari} = \frac{L_{matahari}}{4\pi d_{matahari-bumi}^2}$$

$$F_{matahari} = 1386,768355 \frac{W}{m^2}$$

Tentukan Fluks Bulan, (magnitudo semu Matahari dari konstanta)

$$m_{bulan} - m_{matahari} = -2,5 \log \frac{F_{bulan}}{F_{matahari}}$$

$$F_{bulan} = 3,483404616 \cdot 10^{-3} \text{ W/m}^2$$

Tentukan jarak,

$$F_{bulan} = \frac{L_{lampu}}{4\pi d^2}$$

$$d = 49,59 \text{ m}$$

8. **[WSA]** Satelit Indonesia LAPAN-A3, yang diluncurkan pada 22 Juni 2016 memiliki massa 115 kg. Asumsikan orbit satelit ini berbentuk lingkaran pada ketinggian 515 km dari permukaan bumi dan memiliki kecepatan orbit sebesar 7,6 km/s. Berapakah energi total sistem satelit – Bumi?
- $-3,32 \times 10^9 \text{ Joule}$
  - $-6,64 \times 10^9 \text{ Joule}$
  - $-4,44 \times 10^{10} \text{ Joule}$
  - $-8,89 \times 10^{10} \text{ Joule}$
  - $-9,96 \times 10^9 \text{ Joule}$

**Solusi: A**

$$E_T = E_K + E_P$$

$$E_T = \frac{1}{2} m_{satelit} v_{orbit}^2 - \frac{G M_{bumi} m_{satelit}}{(R_{bumi} + h_{satelit})}$$

$$E_T = -3,32 \times 10^9 \text{ Joule}$$

9.  **$\left[\frac{\sin}{\cos}\right]$**  Seekor panda bermassa 100kg dipindahkan ke planet x yang mempunyai radius 2 kali radius bumi namun massa jenisnya  $\frac{1}{2}$  massa jenis bumi, dengan diberikan persamaan percepatan gravitasi :

$$g = \frac{GM}{R^2}$$

dengan G adalah konstanta gravitasi, M adalah massa planet, dan R adalah jarak dari pusat planet, diketahui percepatan gravitasi di permukaan bumi adalah  $10 \text{ ms}^{-2}$

Berapakah berat panda di planet x?

- 500 N
- 1500 N
- 1250 N
- 1000 N
- 750 N

**Solusi: D**

Massa bumi dibanding dengan massa planet X :

$$\frac{\text{massa planet } x}{\text{massa bumi}} = \frac{\rho_x \times \text{volume planet}}{\rho_{bumi} \times \text{volume bumi}}$$

Volume planet sebanding dengan  $R^3$ , dan diketahui massa jenis  $x$  setengah kali massa jenis bumi, maka persamaannya menjadi :

$$\frac{\text{massa planet } x}{\text{massa bumi}} = \frac{\frac{1}{2} \times 8}{1 \times 1}$$

$$\text{massa planet } x = 4 \text{ massa bumi}$$

Lalu percepatan gravitasi ( $g$ ) di bumi dibanding di planet  $x$  :

$$\frac{g_x}{g_{\text{bumi}}} = \frac{G \times \text{massa planet } x / R_x^2}{G \times \text{massa bumi} / R_{\text{bumi}}^2}$$

$$\frac{g_x}{g_{\text{bumi}}} = \frac{4/4}{1/1}$$

$$g_x = g_{\text{bumi}}$$

Percepatan gravitasi di permukaan planet  $x$  sama dengan percepatan gravitasi di permukaan bumi, maka berat panda di planet  $x$  akan sama dengan berat panda di bumi, yaitu  $M \cdot g = 1000 \text{ N}$

**10. [MDW]** Sebuah bintang memiliki kerapatan rata-rata  $1,08 \text{ g/cm}^3$ . Hitunglah periode orbit planet yang mengorbit pada jarak 6 kali radius bintang tersebut!

- a. 47 jam
- b. 58 jam
- c. 69 jam
- d. 70 jam
- e. 81 jam

**Solusi: A**

$$\rho = \frac{M}{V} = \frac{3M}{4\pi R^3}$$

$$\frac{M}{R^3} = \frac{4\pi\rho}{3}$$

$$\frac{r^3}{P^2} = \frac{GM}{4\pi^2}$$

$$\frac{(6R)^3}{P^2} = \frac{GM}{4\pi^2}$$

$$\frac{216R^3}{P^2} = \frac{GM}{4\pi^2}$$

$$\frac{216}{P^2} = \frac{GM}{4\pi^2 R^3}$$

$$\frac{216}{P^2} = \frac{4\pi\rho G}{3 \cdot 4\pi^2}$$



$$\frac{216}{P^2} = \frac{\rho G}{3\pi}$$

$$\frac{216}{P^2} = \frac{1080.6,67.10 - 11}{3\pi}$$

$$P = 168107,715 \text{ s} = \mathbf{46,7 \text{ jam}}$$

**11. [PS]** Sebuah pesawat luar angkasa berangkat membawa 1 bakteri *Jorghiys bactericus* ke Alpha Centauri yang berjarak 4 tahun cahaya. Pesawat luar angkasa bergerak dengan kecepatan 0,5 kali kecepatan cahaya. Bakteri *Jorghiys Bactericus* membelah diri menjadi 4 setiap 1 bulan. Berapakah jumlah bakteri *Jorghiys Bactericus* dua setengah bulan sebelum mencapai Alpha Centauri.

- a.  $9,8 \times 10^{55}$
- b.  $3,9 \times 10^{56}$
- c.  $1,6 \times 10^{57}$
- d.  $6,3 \times 10^{57}$
- e.  $2,5 \times 10^{58}$

**Solusi: A**

Jumlah dari bakteri dinyatakan dalam fungsi berikut:

$$N = 4^x$$

dimana x adalah jumlah pembelahan.

Waktu yang diperlukan untuk mencapai Alpha Centauri adalah  $\frac{4}{0,5} = 8 \text{ tahun} = 96 \text{ bulan}$ . Selama durasi tersebut, akan terjadi 96 kali pembelahan. Dua setengah bulan sebelum mencapai Alpha Centauri, pembelahan terakhir terjadi tiga bulan sebelum mencapai, sehingga didapat jumlah pembelahan 93 kali. Sehingga didapat  $N = 4^{93} = 9,8 \times 10^{55}$

**12. [MDW]** Sekelompok panda alien tinggal di sebuah planet dengan periode rotasi sinodis yang mereka sebut 1 dab. Planet tersebut mengorbit bintang induknya dengan periode 420,648 dab. Panda berintelek itu mempunyai sistem penanggalan mereka sendiri dimana 1 unch = 420 dab. Dan juga, agar sistem penanggalan mereka senantiasa akurat dengan periode orbit planetnya, setiap beberapa unch sekali dijadikan unch kabisat yang terdiri dari 421 dab. Banyaknya unch kabisat dalam kurun waktu 500 unch adalah...

- a. 81
- b. 125
- c. 176
- d. 276
- e. 324

**Solusi: E**

Analogi: dab  $\cong$  hari, unch  $\cong$  tahun

Selisih waktu antara periode orbit planet dan 1 unch adalah 0,648 dab. Selisih ini akan terakumulasi menjadi 1 dab dalam  $\frac{1}{0,648} = 1,5432 \text{ unch}$ . Atau secara kasar, 1 unch kabisat terjadi setiap 1,5432

*unch* sekali. Maka jumlah *unch* kabisat dalam waktu 500 *unch* adalah  $\frac{500}{1,5432} = 324 \text{ unch}$ . Atau cara yang lebih cepat:  $500 \times 0,648 = 324$

**13. [HS]** Millah memiliki sebuah jam, jam tersebut memiliki jarum jam dan jarum menit, pada pukul berapa (Pukul 6 lebih) saat sudut besar yang dibentuk kedua jarum 8x lebih besar daripada sudut kecil dari kedua jarum tersebut?

- a. 6:37 lebih 35 detik
- b. 6:35 lebih 37 detik
- c. 6:27 lebih 25 detik
- d. 6:25 lebih 27 detik
- e. 6:23 lebih 19 detik

**Solusi: D**

Misalkan sudut kecil adalah  $\alpha$  dan sudut besar adalah  $\beta$  maka,

$$\begin{aligned}\alpha + \beta &= 360^\circ \\ \alpha + 8\alpha &= 360^\circ \\ \alpha &= 40^\circ\end{aligned}$$

Sehingga sudut antara jarum jam dan jarum menit adalah  $40^\circ$

Misalkan jarum jam adalah J dan jarum menit adalah M maka,

$$J - M = 40^\circ$$

Saat pukul 6 tepat selisih jarum jam dan menit adalah  $180^\circ$  dan J menjauh sebesar  $0,5^\circ$  tiap menit sementara M mendekat sebesar  $6^\circ$  tiap menit, maka persamaannya sebagai berikut

$$J = 180^\circ + 0,5^\circ x \text{ dan } M = 6^\circ x$$

$$J - M = 180^\circ - 5,5^\circ x = 40^\circ$$

$$x = 25 \text{ menit } 27 \text{ detik}$$

maka jawaban yang sesuai adalah 6:25 lebih 27 detik

**14. [JLP]** Hitunglah percepatan tangensial dari Bulan! (Asumsi orbit bulan adalah lingkaran)

- a.  $1,98 \times 10^{20} \text{ m/s}^2$
- b.  $2,727 \times 10^{-3} \text{ m/s}^2$
- c.  $2,648 \times 10^{-6} \text{ m/s}^2$
- d. 0
- e. Tidak dapat dihitung

**Solusi: D**

Karena percepatan tangensial pada orbit lingkaran tidak ada, hanya ada percepatan sentripetal. maka percepatan tangensialnya adalah 0.

**15. [YK]** Astronom berhasil menemukan “tata surya” lain di luar sana. “Tata surya” ini hanya terdiri dari 1 bintang pusat layaknya matahari, serta beberapa planet yang mengelilinginya.

Jarak planet-planet ini ke bintang pusat memenuhi deret berikut ini (dari terdekat dan dinyatakan dalam au).

64, 96, 112, 120, ...

Maka, ukuran “tata surya” yang ditemukan astronom ini adalah...

- a. 128 au
- b. 512 au
- c. 1152 au
- d. Tak terhingga
- e. Semua salah

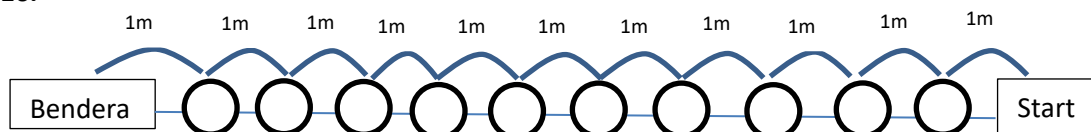
**Solusi: A**

Jika deret tersebut diubah ke dalam deret antar matahari ke planet pertama, lalu planet pertama ke planet kedua, dst maka deret akan menjadi deret geometri :

64, 32, 16, 8, ...

Maka ukuran tata surya diukur dari bintang pusat sampai planet terluar (hanya terdiri dari bintang pusat dan planet-planet). Jadi ukuran tata surya = Jumlah deret geometri tersebut. Ukuran tata surya =  $2 \times 64 = 128$  au.

**16.**



$\left[ \begin{smallmatrix} \sin \\ \cos \end{smallmatrix} \right]$  Seekor panda yang mengikuti lomba 17 Agustusan, memiliki tugas berlari dari posisi start, mengambil satu bendera, lalu menaruh bendera tersebut ke dalam lingkaran, kembali mengambil bendera dan menaruhnya ke dalam lingkaran lagi hingga seluruh lingkaran terisi. Berapakah jarak terdekat yang dapat dilalui oleh panda tersebut selama menyelesaikan tugasnya?

- a. 91 meter
- b. 101 meter
- c. 111 meter
- d. 121 meter
- e. 131 meter

**Solusi: C**

Kuncinya adalah dimana meletakkan bendera pertama dan terakhir. Bendera pertama diletakkan di lingkaran paling kiri dan bendera terakhir diletakkan di lingkaran paling kanan. Jarak terdekatnya adalah :

Jarak start sampai bendera + jarak bolak balik bendera ke lingkaran, dimulai dari lingkaran paling kiri sampai lingkaran kedua dari kanan + jarak dari bendera ke lingkaran paling kanan

$$11 + 2x[0.5x10x(9 + 1)] + 10 = 111 \text{ meter}$$

**17. [MDW]** Sebuah bintang memiliki temperatur efektif 6500 K, radius 5 kali Matahari, dan luminositas  $1,23 \cdot 10^{28}$  W. Berapakah koefisien emisivitas ( $e$ ) bintang tersebut?

- a. 0,33
- b. 0,80
- c. 0,17
- d. 1,00
- e. 1,50

**Solusi: B**

$$L = 4\pi R^2 e \sigma T^4$$

$$1,23 \cdot 10^{28} = 4\pi \cdot (5,696 \cdot 10^8)^2 \cdot e \cdot 5,6705 \cdot 10^{-8} \cdot (6500)^4$$

$$1,23 \cdot 10^{28} = 1,54 \cdot 10^{28} e$$

$$e = 0,798 \approx \mathbf{0,80}$$

**18. [FET]** Burung hantu di Bumi dengan diameter bola mata 2 cm menerima fluks matahari sebesar  $1380 \text{ W/m}^2$ . Berapa perbedaan magnitudo semu mata burung hantu bila diamati dari Planet F yang berjarak 2 AU dari bumi jika burung hantu membuka 1 mata dan 2 mata?

- a. 0,25
- b. 0,75
- c. 1,25
- d. 1,50
- e. 4,50

**Solusi: B**

Kedua bola mata memiliki diameter yang sama besar, maka besar energi yang diterima masing-masing bola mata sama.

$$L_{\text{mata}} = F_{\odot} \cdot A_{\text{mata}}$$

Fluks dari mata burung hantu yang diamati dari Planet F

$$F = \frac{L_{\text{mata}}}{A_p}$$

Dimana,

$$A_p = 4\pi d^2$$

Fluks burung hantu membuka 1 mata

$$F_1 = F$$

Fluks burung hantu membuka 2 mata

$$F_2 = 2F$$

Perbedaan magnitudo

$$m_1 - m_2 = -2,5 \log \left( \frac{F_1}{F_2} \right)$$

$$= -2,5 \log \left( \frac{1}{2} \right)$$

$$\Delta m = 0,75$$

19. [MDW] Andaikan suatu ketika sekelompok ras panda kosmik berkekuatan super mengubah Matahari menjadi black hole dalam sekejap dengan massa yang tidak berubah. Sebagai akibatnya planet-planet akan...

- a. Lepas dari orbitnya
- b. Jatuh ke Matahari
- c. Berubah orbit menjadi elips
- d. Tetap pada orbitnya semula
- e. Data yang dibutuhkan kurang

**Solusi: D**

Perubahan lintasan orbit planet dipengaruhi oleh kecepatan orbit planet, dimana

$$v = \sqrt{\frac{GM_{Sun}}{R}}$$

Karena massa Matahari tidak berubah, maka **orbit planet tidak akan berubah.**

20. [MIK] seorang pengamat mengamati bintang pada ketinggian  $30^\circ$  di atas horizon. jika indeks bias udara pada lokasi pengamat adalah 1.0002926, maka ketinggian bintang sebenarnya (jika tidak ada atmosfer) adalah...

- a.  $29^\circ 56' 14,69''$
- b.  $29^\circ 58' 15,42''$
- c.  $30^\circ 1' 33,58''$
- d.  $30^\circ 2' 34,83''$
- e.  $31^\circ 2' 46,94''$

**Solusi : B**

$$n_{udara} \cdot \sin(90^\circ - h_{apparent}) = n_{vacuum} \cdot \sin(90^\circ - h_{true})$$

Karena  $n_{vacuum} = 1$  maka

$$h_{true} = \cos^{-1}(n_{udara} \cdot \cos(h_{apparent}))$$

$$= \cos^{-1}(1.0002926 \cos(30^\circ))$$

$$= 29^\circ 58' 15,42''$$

### Soal Pilihan Ganda Bersyarat

21. [DS] Ilmuwan NASA telah menemukan sistem extrasolar planet di sekitar bintang katai dingin M8V TRAPPIST-1 yang memiliki 7 planet terrestrial mengelilinginya, 3 di antaranya masuk habitable zone.

1. Di *habitable zone* tersebut air tersedia dalam bentuk cair.
2. Penyusun utama planet-planet tersebut adalah bebatuan.
3. Posisi TRAPPIST-1 dalam diagram Hertzsprung-Russell adalah di kanan bawah matahari.
4. Puncak pancaran spektrum TRAPPIST-1 berada di panjang gelombang biru.

**Solusi: A. 1, 2, dan 3.**

1. Bintang katai dingin memiliki suhu yang lebih rendah dari matahari sehingga, menurut Hukum Wien, akan memancarkan intensitas maksimum pada panjang gelombang yang lebih panjang dari matahari (hijau)
2. Yang disebut dengan *habitable zone* adalah zona yang menerima jumlah energi yang tidak terlalu tinggi atau rendah sehingga H<sub>2</sub>O dapat tersedia dalam bentuk cair atau liquid.
3. Penyusun utama planet terrestrial adalah bebatuan, sementara penyusun utama planet Jovial adalah gas.
4. Bintang katai merah memiliki luminositas lebih rendah (lebih bawah) dan suhu lebih dingin (lebih kanan) dari matahari.

**22. [MAA]** Dalam model kosmologi terkini, CMB (Cosmic Microwave Background) disebut-sebut sebagai bukti keberadaan Big Bang sebagai awal terbentuknya alam semesta.

1. CMB menunjukkan bahwa alam semesta itu berekspansi.
2. Big Bang adalah sebuah ledakan hebat yang melontarkan materi ke semua sudut alam semesta.
3. Suhu CMB sangatlah rendah, yaitu sekitar 2,7 K.
4. CMB merupakan cahaya bintang sangat jauh yang termerehkan hingga frekuensi yang sangat rendah.

**Solusi: B. 1 dan 3**

CMB adalah radiasi microwave yang dihasilkan setelah foton-foton memantul terakhir kali dengan alam semesta yang berubah dari tidak tembus cahaya (opaque) menjadi tembus cahaya (transparent). Karena alam semesta ini mengembang, foton-foton tersebut ikut mengembang dan “terulur” menjadi panjang gelombang yang lebih panjang. Oleh karena itu, foton-foton tersebut tergeser panjang gelombangnya ke arah merah hingga mencapai panjang gelombang microwave. Radiasi foton ini pun mendingin hingga 2,7 K.

Pernyataan no 2. salah karena Big Bang merupakan inflasi ruang waktu, jadi ruang dan waktu tidak ada sebelum Big Bang. Kemudian, Big Bang bukanlah ledakan seperti yang kita ketahui dalam kehidupan sehari-hari.

Pernyataan no 4. salah karena CMB berasal dari foton yang bertebaran di alam semesta sebelum ia menjadi tembus cahaya. Ketika CMB tercipta, belum ada bintang yang terbentuk.

**23. [MAA]** Galaksi merupakan struktur kumpulan massa yang mengisi alam semesta. Satu galaksi mengandung milyaran hingga trilyunan bintang. Berikut adalah beberapa pertanyaan seputar galaksi.

1. Bintang pada halo galaksi merupakan bintang-bintang tua, umumnya populasi II.
2. Bintang pada piringan galaksi merupakan bintang-bintang populasi III.
3. Galaksi elips merupakan galaksi tua, lebih tua daripada galaksi spiral.

4. Galaksi terbesar di Local Group (grup galaksi tempat galaksi kita berada) adalah galaksi kita sendiri, yaitu Milky Way.

**Solusi: B. 1 dan 3.**

Bintang-bintang dapat dikategorikan sesuai metalisitasnya, dimana bintang tua umumnya memiliki metalisitas yang lebih rendah daripada bintang yang muda. Bintang populasi II, banyak terdapat di halo galaksi, adalah bintang-bintang yang kandungan logamnya rendah dan tergolong tua. Di sisi lain, bintang populasi I, banyak terdapat di piringan galaksi, memiliki kandungan logam tinggi dan tergolong muda. Bintang populasi III, bintang-bintang yang hampir tidak memiliki kandungan logam, belum pernah diamati oleh manusia hingga sekarang. Bintang-bintang ini diprediksi lahir setelah alam semesta terbentuk.

Galaksi memiliki banyak bentuk, seperti elips, iregular, spiral, dan spiral berbatang. Galaksi elips cenderung lebih tua daripada galaksi spiral. Galaksi elips banyak mengandung bintang populasi II. Galaksi terbesar di Local Group adalah Andromeda, disusul oleh galaksi Bimasakti, kemudian Triangulum.

- 24. [HYP]** Sebuah teleskop C-8 yang memiliki  $(f/d)=10$  dan diameternya 203,2 mm dan apabila seekor tupai yang iseng melihat temannya dengan teleskop ini yang memiliki  $f_{ok} = 25$  mm dan ketika ia melihat temannya diteleskop ternyata tinggi temannya (25cm) terlihat penuh di medan pandang teleskop jika FOV semu  $50^\circ$  maka:

1. Fokus teleskop tersebut 2032 cm
2. Medan pandang teleskop  $37'$
3. Daya pisah teleskop  $0,68'$
4. Jarak antar tupai 2328 cm

**Solusi: C.2 dan 4.**

$$f_{\text{fokus teleskop}} = \frac{f}{d} = 10, \quad \text{maka fokusnya} = \text{diameter} \times 10 = 2032 \text{ mm}$$

$$\text{daya pisah teleskop atau resolving power} = \frac{1,22\lambda}{D} = \frac{1,22 \times 5500 \times 10^{-10}}{203,2 \times 10^{-3}} \\ = 3,302 \times 10^{-6} \text{radian atau } 0,68''$$

$$\text{medan pandang teleskop} = \frac{\text{medan pandang semu}}{\text{perbesaran}} = \frac{50}{\left(\frac{2032}{25}\right)} = 36'54,57''$$

Jarak antar tupai bisa dicari karena tinggi dari teman si tupai memenuhi medan pandang teleskop maka

$$\tan(36'54,57'') = \frac{25}{\text{jarak antar tupai}} \\ \text{jarak antar tupai} = \frac{25}{\tan(36'54,57'')} = 2328,411 \text{ cm}$$

**25. [JSB]**

1. Granule dan Faculae merupakan fenomena di fotosfer Matahari.
2. Sunspot adalah daerah dingin sebagai akibat dari aliran konveksi yang terhalang oleh medan magnet yang mencuat ke permukaan Matahari.
3. Prominensa dan Spicule merupakan fenomena di kromosfer.

4. Trojan merupakan fenomena di inti dalam Matahari.

**Solusi: A. 1, 2 dan 3.**

Granule, Sunspot, dan Faculae merupakan fenomena-fenomena di fotosfer matahari. Granule adalah tekstur fotosfer yang muncul akibat konveksi. Sunspot adalah daerah dingin yang terjadi karena aliran konveksi terhalang oleh medan magnet yang mencuat ke permukaan matahari. Faculae adalah daerah terang di sekitar sunspot yang memiliki temperature sekitar 300 K lebih.

Prominensa, Plage, dan Spicule merupakan fenomena-fenomena di kromosfer Matahari. Prominensa adalah lengkungan pita berisikan gas yang terkungkung oleh medan magnet Matahari. Plage adalah daerah terang yang menandai daerah aktif. Spicule adalah semburan gas di lapisan kromosfer yang tampak seperti lidah api.

Trojan tidak ada hubungannya dengan Matahari.

### **Soal Sebab Akibat**

**26. [MAA]** Venus memiliki magnitudo semu paling terang ketika mengalami konjungsi superior dengan Bumi.

sebab

Sudut fase Venus (sudut yang dibentuk oleh Matahari-Venus-Bumi) saat itu mendekati  $0^\circ$ .

**Solusi: D**

Venus merupakan planet dalam, sehingga magnitudo semu terterangnya adalah saat jarak (yang membuat magnitudo semakin redup) dan sudut fase (yang membuat magnitudo semakin redup) berimbang. Permasalahannya, kedua fungsi tersebut terhadap energi terpantul tidak linear, dan hubungan kedua fungsi tersebut juga tidak linear. Namun, dapat dilogika bahwa saat konjungsi superior, jarak Venus-Bumi sangatlah jauh sehingga magnitudonya semakin redup dibanding ketika jaraknya lebih dekat. Oleh karena itu, pernyataan pertama salah.

Sudut fase adalah sudut yang dibentuk oleh Matahari-Venus-Bumi. Ketika konjungsi superior, Matahari dan Bumi tampak segaris dari Venus, sehingga sudut fasenya mendekati nol. Oleh karena itu, pernyataan kedua benar.

Tambahan informasi: saat Venus terterang, dapat dihitung bahwa sudut fasenya adalah  $118^\circ$  (H. Kartunnen, et al., Fundamental Astronomy 5<sup>th</sup> ed pg. 203.)

**27. [ASM]** Sebuah benda yang meluncur turun tanpa gesekan pada sebuah bidang miring akan mengalami percepatan tetap.

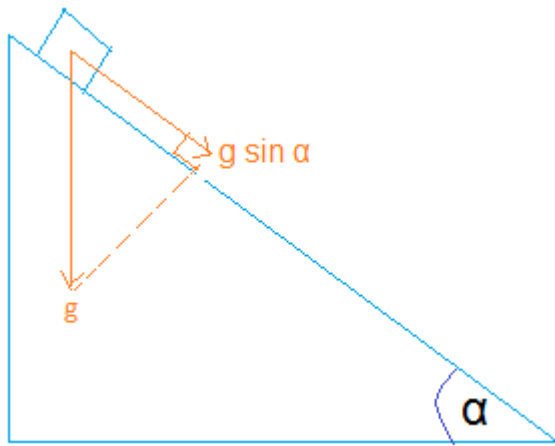
sebab

Dengan tidak adanya gaya gesekan, percepatan benda sama dengan percepatan gravitasi.

**Solusi : C**

Pernyataan (1) benar, pernyataan (2) salah. Perhatikan gambar berikut :





Benda akan meluncur pada bidang miring dengan percepatan tetap sebesar  $g \sin \alpha$ . ( $g$  = percepatan gravitasi)

**28. [PS]** Kita dapat mengetahui temperatur efektif bintang dari spektrumnya.

sebab

Temperatur dan puncak pancaran benda hitam berbanding terbalik.

**Solusi: A**

Untuk mengetahui temperatur efektif benda hitam, digunakan hukum Wien yang menyatakan bahwa temperatur dan puncak pancaran benda hitam berbanding terbalik.

**29. [HS]** Astronot tidak merasakan berat saat mengorbit.

sebab

Di luar angkasa tidak ada gravitasi.

**Solusi: C**

Astronot tidak merasakan berat di luar angkasa bukan karena tidak adanya gravitasi. Gravitasi di luar angkasa tetaplah ada. Ketanpaberatan (*weightlessness*) astronot disebabkan karena resultan total gaya astronot nol.

**30.  $\left[\frac{\sin}{\cos}\right]$**  Merah adalah warna paling luar dari pelangi.

sebab

Cahaya dengan panjang gelombang lebih panjang memiliki sudut dispersi paling besar.

**Solusi: A**

Pernyataan benar, sebab benar, keduanya menunjukkan hubungan sebab akibat