

OLIMPIADE ASTRONOMI
Tingkat Kabupaten/Kota - 2017

Copyright (c) 2017 Ridlo W. Wibowo (ridlo.w.wibowo@gmail.com)
Sulistiyowati (sulis.astro08@gmail.com)

Solusi ini dibuat tanpa jaminan kesesuaian dengan solusi resmi dari juri olimpiade sains bidang Astronomi. Pengguna boleh menyebarluaskan dan/atau memodifikasi solusi ini dengan mencantumkan sumber asli. Hak cipta soal ada pada Kemendiknas dan dilindungi undang-undang.

PILIHAN GANDA (3 POIN PER SOAL)

1. Pada suatu saat, posisi Bumi berada di antara Matahari dan sebuah asteroid. Posisi ketiganya membentuk satu garis lurus. Pada saat tersebut, asteroid tidak terkena bayangan umbra Bumi. Jika jarak Bumi–Matahari saat itu adalah 1 sa, maka jarak asteroid tersebut dari Bumi harus lebih besar dari
 - A. $7,68 \times 10^{-3}$ sa
 - B. $9,25 \times 10^5$ km
 - C. $5,22 \times 10^{-3}$ sa
 - D. $1,38 \times 10^6$ km
 - E. $3,59 \times 10^{-3}$ sa

Jawaban: D

2. Di awal tahun 2012, telah diketahui sekitar 8000 asteroid dekat Bumi yang tersebar merata, terdiri dari 54% tipe Apollo, 37% tipe Amor, 8% tipe Aten, dan 1% jenis lain. Jika dilakukan dua kali pengamatan acak secara berturut-turut, peluang pengamat mendapati 1 asteroid tipe Amor dan 1 asteroid tipe Apollo adalah
 - A. 0,91
 - B. 0,46
 - C. 0,20
 - D. 0,17
 - E. 0,09

Jawaban: C

Pengamatan dilakukan secara berturutan, acak, serta tidak saling bergantung, sehingga:

$$P = P(\text{mendapati tipe Amor}) \times P(\text{mendapati tipe Apollo}) = 0,37 \times 0,54 = 0,1998$$

3. Sinyal radar berfrekuensi 300 MHz ditembakkan ke permukaan Saturnus (diasumsikan sebagai bendapadat) yang memiliki radius 58000 km dan periode rotasi 10 jam 14 menit. Akibat rotasi Saturnus, sinyal radar pantulan yang kembali ke Bumi akan mengalami efek Doppler. Setelah dikoreksi dengan pengaruh gerak pengamat, perbedaan frekuensi pantulan yang diterima dari permukaan Saturnus terhadap frekuensi radar yang ditembakkan adalah

- A. 19,8 MHz
- B. 19,8 kHz
- C. 9,9 MHz
- D. 9,9 kHz
- E. 9,9 Hz

Jawaban: B

4. Sebuah satelit mengorbit planet Mars. Ketinggian satelit ini diatur sehingga periode orbitnya sama dengan periode rotasi Mars. Ketinggian satelit tersebut dari permukaan Mars adalah
- A. 16999 km
 - B. 20392 km
 - C. 27981 km
 - D. 36999 km
 - E. 42959 km

Jawaban: A

Dengan menganggap orbit satelit adalah lingkaran dan $m_{sat} \ll M_{mars}$, dapat diperoleh bentuk hukum Kepler III,

$$\begin{aligned}\frac{4\pi^2 r^3}{T^2} &= GM \\ r &= \sqrt[3]{\frac{GMT^2}{4\pi^2}} \\ r &= \sqrt[3]{\frac{6,67 \times 10^{-11} \cdot 6,42 \times 10^{23} \cdot (88642)^2}{4\pi^2}} \\ r &= 20426,5 \text{ km}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}r &= R_{mars} + h \\ h &= r - R_{mars} = 17029 \text{ km}\end{aligned}$$

5. Sebuah misi pendaratan di Mars memiliki tujuan untuk mengambil sampel batuan dengan bantuan dua buah alat. Alat pertama bisa mengambil 2 kg batuan A dan 3 kg batuan B dengan energi 200 J sekali jalan. Alat kedua bisa mengambil 3 kg batuan A dan 1 kg batuan B dengan energi 75 J sekali jalan. Jika roket untuk misi tersebut bisa mengangkut batuan sampai 90 kg batuan A dan 100 kg batuan B, dan energi yang sanggup disediakan untuk kedua alat tersebut adalah 7000 J. Jumlah batuan terbanyak yang dapat diangkut oleh kedua alat tersebut terdiri dari
- A. 90 kg batuan A dan 100 kg batuan B
 - B. 40 kg batuan A dan 60 kg batuan B
 - C. 60 kg batuan B dan 40 kg batuan A

D. 90 kg batuan A dan 30 kg batuan B

E. 30 kg batuan A dan 90 kg batuan B

Jawaban: A

Fungsi yang ingin dimaksimalkan:

$$m_A + m_B = (2N_1 + 3N_2) + (3N_1 + 1N_2)$$

Syarat batas:

$$m_A = 2N_1 + 3N_2 \leq 90$$

$$m_B = 3N_1 + 1N_2 \leq 100$$

$$200N_1 + 75N_2 \leq 7000$$

dengan

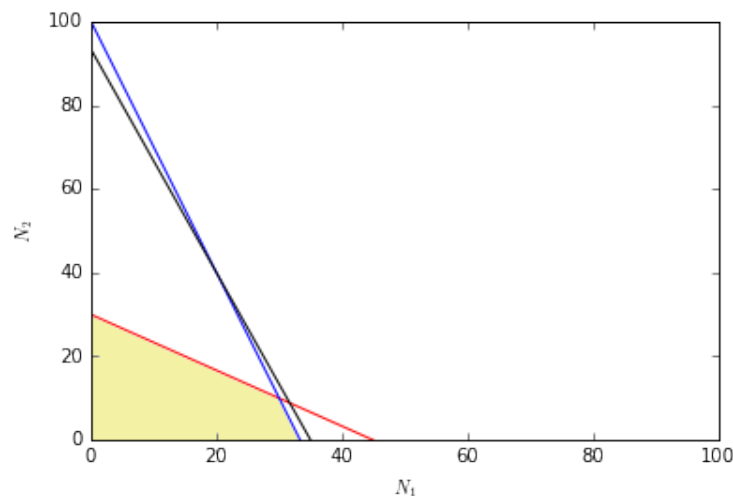
m_A = massa batuan A

m_B = massa batuan B

N_1 = jumlah pengangkutan menggunakan alat 1

N_2 = jumlah pengangkutan menggunakan alat 2

Jumlah batuan maksimum dicapai apabila $N_1 = 30$ dan $N_2 = 10$, atau $m_A = 90$ kg dan $m_B = 100$ kg dengan energi total yang dibutuhkan adalah 6750 Joule.



6. Planet X, dengan radius 3500 km dan massa $2,5 \times 10^{23}$ kg, memiliki sebuah gunung dengan puncak setinggi 300 m dari permukaan planet tersebut. Seorang astronot berada di puncak gunung tersebut sambil memutar bola yang diikat dengan tali secara vertikal. Jika massa bola sebesar 0,6 kg, tali dianggap tak bermassa dengan panjang 1 m, dan tegangan maksimum tali 30 N, maka bola dapat mencapai kecepatan maksimum sebesar

A. $6,32 \text{ ms}^{-2}$

B. $6,54 \text{ ms}^{-2}$

- C. $6,97 \text{ ms}^{-2}$
- D. $7,28 \text{ ms}^{-2}$
- E. $7,54 \text{ ms}^{-2}$

Jawaban: C

7. Sebuah panel surya dengan efisiensi 20% dan luas 10 m^2 terpapar sinar Matahari selama 1 menit. Daya yang dihasilkan panel surya seluruhnya akan digunakan untuk menyalakan beberapa lampu dengan masing-masing lampu memiliki daya 5 Watt. Jika diasumsikan bahwa foton yang tiba pada panel surya tidak mengalami absorpsi oleh materi di Tata Surya maupun oleh atmosfer Bumi, dan tidak ada daya yang hilang dari panel surya ke lampu, maka jumlah lampu 5 Watt yang dapat ditenagai oleh panel surya tersebut adalah
- A. 33793 lampu
 - B. 135174 lampu
 - C. 55 lampu
 - D. 13793 lampu
 - E. 67587 lampu

Jawaban: mungkin A maksudnya

Menggunakan asumsi yang disebutkan di soal, maka energi yang diterima panel surya per detik per m^2 dari Matahari adalah sebesar fluks Matahari; dapat dilihat di daftar konstanta = 1370 Watt/m^2 .

Dapat kita hitung energi total yang ditampung panel surya

$$E = 0.2 \times 10 \times 1370 \times 60 = 164400 \text{ Joule}$$

Kekurangan soal di atas adalah tidak diberikan waktu berapa lama lampu 5 Watt tersebut harus menyala, sehingga soal tersebut tidak dapat dijawab.

Jika lampu 5 Watt tadi hanya perlu dinyalakan selama 1 detik, maka energi sebesar itu dapat digunakan untuk menyalakan 32880 lampu sekaligus.

8. Dua buah bintang sedang diamati kecerlangannya menggunakan CCD. Misalkan kedua bintang itu ialah bintang A dan B. Hasil fotometri menunjukkan bahwa luminositas bintang A 103,4 kali lebih besar dari pada bintang B. Namun jarak bintang A 345 lebih jauh daripada bintang B. Bila magnitudo bintang A sebesar 7 magnitudo, maka rasio perbandingan magnitudo bintang A terhadap bintang B adalah
- A. -7,6
 - B. 7,6
 - C. 10,7
 - D. -10,7
 - E. 8,4

Jawaban: D

$$\begin{aligned}
 m_A - m_B &= -2,5 \log \frac{F_A}{F_B} = -2,5 \log \frac{\frac{L_A}{4\pi d_A^2}}{\frac{L_B}{4\pi d_B^2}} = -2,5 \log \frac{L_A}{L_B} \frac{d_B^2}{d_A^2} \\
 m_B &= -0.653 \\
 \frac{m_A}{m_B} &= -10,72
 \end{aligned}$$

9. Sebuah kereta maglev (*magnetic levitation train*) bermassa 70 ton digunakan untuk transportasi koloni di Mars sepanjang Amazonis Planitia yang terbentang sekitar 1183 km. Jika percepatan gravitasi Mars $g_{Mars} = 3,73 \text{ m s}^{-2}$, arus yang digunakan sebesar 700000 Ampere, maka kuat medan magnet minimum yang diperlukan agar kereta tersebut tetap terapung sepanjang perjalanan adalah

- A. $8,23 \times 10^{-5} \text{ T}$
- B. $4,72 \times 10^{-6} \text{ T}$
- C. $3,16 \times 10^{-7} \text{ T}$
- D. $5,35 \times 10^{-8} \text{ T}$
- E. $7,48 \times 10^{-9} \text{ T}$

Jawaban: tidak ada jawaban yang benar

Kuat medan magnet (B) minimum agar kereta tetap mengapung dapat dicari dengan menyamakan besarnya gaya magnetik dengan berat kereta.

Jika arah arus dan magnet saling tegak lurus, maka besarnya gaya magnetik (gaya Lorentz) $\vec{F} = \vec{I} L \times \vec{B} \Rightarrow ILB$, sehingga

$$\begin{aligned}
 ILB &= mg \\
 B &= 3,153 \times 10^{-7} \text{ T} \quad (\text{untuk } L \text{ adalah panjang rel})
 \end{aligned}$$

Masalahnya, untuk pendekatan sederhana ini L seharusnya adalah panjang kereta, bukan panjang rel.

10. Suatu eksperimen dilakukan dengan menjemur panel logam seluas 1 m^2 selama waktu tertentu dan mengukur suhu logam sebelum dan sesudah penjemuran. Eksperimen ini dilakukan untuk menghitung fluks Matahari yang sampai ke Bumi. Jika panel logam tersebut bermassa 1 kg dengan kalor jenis logam $0,2 \text{ kal/(gr } ^\circ\text{C)}$ dan suhu awal $30 ^\circ\text{C}$, suhu akhir logam setelah dijemur selama 10 detik adalah
- A. $14,1 ^\circ\text{C}$
 - B. $30,2 ^\circ\text{C}$
 - C. $46,3 ^\circ\text{C}$

D. 52,4 °C

E. 40,5 °C

Jawaban: C

Fluks yang diterima Bumi dari Matahari adalah sebesar $1370 \text{ Joule/s/m}^2 = 326,2 \text{ kal/s/m}^2$. Energi yang diterima panel seluas 1 m^2 selama 10 detik adalah

$$\begin{aligned} E &= m \cdot c \cdot \Delta T \\ 3262 &= 1000 \cdot 0,2 \cdot (T - 30) \\ T &= 46,3 \text{ } ^\circ\text{C} \end{aligned}$$

PILIHAN GANDA KOMPLEKS (5 POIN PER SOAL)

Pilihlah:

A. jika 1, 2, dan 3 benar

B. jika 1 dan 3 benar

C. jika 2 dan 4 benar

D. jika 4 saja benar

E. jika semua benar

11. The diameter of a refractor telescope is 20 cm and its focal ratio is 9.75. If the telescope is used for observing Antares (α Sco) with an eyepiece (ocular) with focal length 0.25 dm, then the correct statement(s) is/are
1. Image properties are virtual, inverted, and magnified.
 2. The minimum length of telescope is 197.5 cm.
 3. The magnification is 78 times.
 4. Image properties are real, upright, and magnified.

Jawaban: A

12. Jupiter memiliki jejari 70000 km dan mengorbit Matahari pada radius 5,2 sa. Dari sebuah asteroid yang berjarak 4,2 sa dari Matahari, seorang pengamat ingin mengamati seluruh permukaan Jupiter yang sedang dalam keadaan oposisi. Jika pengamat tersebut menggunakan refraktor dengan panjang fokus objektif 11 meter dan medan pandang semu eyepiece sebesar 45° , maka panjang fokus eyepiece yang memadai agar seluruh permukaan Jupiter teramati adalah
1. 25 mm
 2. 20 mm
 3. 15 mm
 4. 9 mm

Jawaban: A

SEBAB AKIBAT (5 POIN PER SOAL)

Pilihlah:

- A. Jika pernyataan pertama dan kedua benar serta memiliki hubungan sebab-akibat.**
- B. Jika pernyataan pertama dan kedua benar, tetapi tidak memiliki hubungan sebab-akibat.**
- C. Jika pernyataan pertama benar, sedangkan pernyataan kedua salah.**
- D. Jika pernyataan pertama salah, sedangkan pernyataan kedua benar.**
- E. Jika kedua pernyataan salah.**

13. Lunar synodic period is longer than its sidereal period.

BECAUSE

Observed from north ecliptic pole, lunar motion around the Earth is in the same direction as Earth's motion around the Sun, i.e. clockwise.

Jawaban: C

14. Nilai sudut jam akan sama untuk pengamat pada bujur yang sama, namun tidak demikian dengan ketinggian objek yang berbeda-beda bagi pengamat di tiap-tiap bujur.

SEBAB

Menentukan nilai sudut jam dihitung ketika objek berada di kulminasi atas dengan nilai 0 jam kemudian menuju ke barat (dengan nilai 6 jam), lalu ke posisi kulminasi bawah (dengan nilai 12 jam) dan kemudian ke arah barat dengan nilai -6 jam.

Jawaban: A

15. Seorang astronom mengadakan suatu eksperimen identik pada sebuah bandul di Bumi dan Bulan. Ayunan bandul tersebut akan lebih cepat saat diayunkan di Bulan daripada saat diayunkan di Bumi.

SEBAB

Di Bulan tidak ada udara yang menghambat pergerakan bandul.

Jawaban: D

Periode bandul dengan simpangan kecil dapat diturunkan sebesar

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

Jika percobaan dilakukan di Bulan yang memiliki g lebih kecil, maka periode gerak harmonik bandul seharusnya akan lebih besar (lebih lambat).

16. Comet Halley is a celestial object with retrograde motion around the Sun.

BECAUSE

Comets that have period less than 200 years are likely to come from the Kuiper Belt.

Jawaban: B

Komet Halley memang memiliki orbit retrograde, artinya arah gerak orbitnya berlawanan dengan arah edar planet-planet mengelilingi Matahari.

Sumber komet periode pendek ($T < 200$ tahun) adalah sabuk Kuiper.

ISIAN SINGKAT

17. (10 points) Sebuah sistem keplanetan di luar Tata Surya memiliki sembilan buah planet. Jarak planet-planet tersebut ke bintang induk mengikuti sebuah pola barisan geometri. Jika jarak planet pertama adalah 0,4 sa dan jarak planet kesembilan adalah 102,4 sa, maka jarak planet kelima dari bintang induknya adalahsa.

Jawaban: 6,4

Deret geometri mengikuti aturan

$$a_n = ar^{n-1}$$

Jarak planet pertama

$$\begin{aligned} 0,4 &= ar^{1-1} \\ a &= 0,4 \end{aligned}$$

Jarak planet kesembilan

$$\begin{aligned} 102,4 &= 0,4 \cdot r^{9-1} \\ r &= 2 \end{aligned}$$

Setelah memperoleh $a = 0,4$ dan $r = 2$, jarak planet kelima dapat dicari,

$$a_5 = 0,4 \cdot 2^{5-1} = 6,4$$

18. (10 points) Suatu *Active Galactic Nuclei* (AGN) memancarkan foton dengan energi sebesar 2 keV. Maka, foton tersebut termasuk ke dalam rentang gelombang elektromagnetik yang bernama

Jawaban: Sinar-X

Energi foton dapat dihitung dengan

$$E = hf = \frac{hc}{\lambda} \quad (1)$$

Untuk foton dengan energi 2 keV = $3,2 \times 10^{-16}$ Joule, frekuensinya adalah $4,82 \times 10^{17}$ Hz sedangkan panjang gelombangnya adalah $6,2 \times 10^{-10}$ meter.

Lupakan hal di atas.. patokan sederhananya, jika foton memiliki energi dalam rentang kilo electron-Volt (keV) biasanya masuk dalam kategori sinar-X, sedangkan jika berada pada rentang Mega electron-Volt (MeV) masuk dalam kategori sinar- γ .

Data lebih akurat dari Wikipedia:

- sinar- $x \Rightarrow 100 \text{ eV} - 100 \text{ keV}$

- sinar- $\gamma \Rightarrow > 100 \text{ keV}$

19. (10 points) Jika periode orbit sideris Saturnus adalah 29,5 tahun, maka periode sinodis Saturnus dilihat dari Bumi adalah tahun

Jawaban: 1,035 tahun

Hubungan periode sinodis dan sideris dapat diturunkan:

$$\frac{1}{T_{sino}} = \frac{1}{T_{sid1}} - \frac{1}{T_{sid2}}$$

untuk $T_{sid1} < T_{sid2}$.

$$\begin{aligned} \frac{1}{T_{sino}} &= \frac{1}{1} - \frac{1}{29,5} \\ T_{sino} &= 1,035 \text{ tahun} \end{aligned}$$

20. (10 points) Berikut adalah tabel distribusi jarak bintang dari Matahari untuk bintang kelas spektrum G.

Jarak (tahun cahaya)	Jumlah bintang
0,1 - 10,0	3
10,1 - 20,0	15
20,1 - 30,0	28
30,1 - 40,0	34
40,1 - 50,0	53

Jarak rata-rata bintang kelas spektrum G dari distribusi tersebut adalah

Jawaban: 34 tahun cahaya

Jarak (tahun cahaya)	Titik Tengah (x_i)	Jumlah bintang (f_i)	$f_i \cdot x_i$
0,1 - 10,0	5,05	3	15,15
10,1 - 20,0	15,05	15	225,75
20,1 - 30,0	25,05	28	701,4
30,1 - 40,0	35,05	34	1191,7
40,1 - 50,0	45,05	53	2387,65
Jumlah		133	4521,65

Rata-ratanya adalah $\frac{\sum_i f_i \cdot x_i}{\sum_i f_i} = 34$