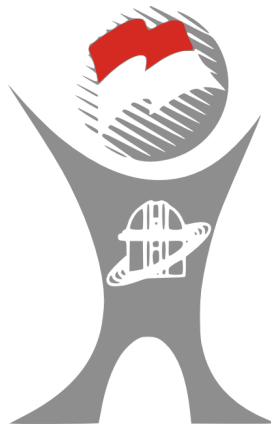




**DRAFT SOAL UJIAN
SELEKSI CALON PESERTA OLIMPIADE SAINS NASIONAL 2016
TINGKAT PROVINSI**



ASTRONOMI

Waktu: 180 menit

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN MENENGAH
DIREKTORAT PEMBINAAN SEKOLAH MENENGAH ATAS
TAHUN 2016**



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN

DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN MENENGAH

DIREKTORAT PEMBINAAN SEKOLAH MENENGAH ATAS

Petunjuk terpenting:

1. Dalam naskah ini ada 15 soal pilihan berganda, 5 soal isian singkat, 5 soal esai, daftar konstanta, dan data astronomi.
2. Kalkulator boleh digunakan.
3. Tidak ada pengurangan nilai untuk jawaban salah.
4. Perhatikan petunjuk lain yang dibacakan pengawas.

Soal Pilihan Ganda

1. Perbedaan utama antara lensa dan cermin sebagai pengumpul cahaya dalam sistem teleskop adalah
 - A. Panjang fokus lensa bergantung pada panjang gelombang, sedangkan cermin tidak
 - B. Panjang fokus cermin bergantung pada panjang gelombang, sedangkan lensa tidak
 - C. Cermin berbentuk cembung, sedangkan lensa harus berbentuk cekung
 - D. Objek tidak dapat ditegakkan dengan kedua sistem pengumpul cahaya ini
 - E. Membuat cermin lebih mudah daripada membuat lensa untuk pengumpul cahaya

Jawab: **A**

Panjang fokus lensa bergantung panjang gelombang, sedangkan cermin tidak

2. Pada tanggal 17 Januari 2016, komet Catalina berada pada posisi terdekatnya, yaitu 110 juta km dari Bumi. Jika pada saat itu terdapat ekor tampak sepanjang 1° dan diasumsikan ekor tegak lurus garis pandang, maka panjang ekor (dalam satuan km) adalah
 - A. 2×10^6
 - B. 1×10^6
 - C. 9×10^7
 - D. 1×10^8
 - E. 2×10^8

Jawab: **A**

Gunakan perbandingan

$$\frac{1^\circ}{360^\circ} = \frac{X}{2\pi d}$$
$$X = 2\pi(110 \times 10^6 \text{ km}) \frac{1}{360} = 1919862 \text{ km} = 2 \times 10^6 \text{ km}$$

Atau dengan relasi:

$$\tan(1^\circ) = \frac{X}{d}$$
$$X = d \tan(1^\circ) = (110 \times 10^6) \times \tan(1^\circ) = 2 \times 10^6 \text{ km}$$

3. Radius bintang katai putih memenuhi hubungan

$$R \approx \frac{R_{\odot}}{74} \left(\frac{M_{\odot}}{M} \right)^{1/3}$$

Jika bintang katai putih dianggap sebagai benda hitam sempurna serta memiliki massa 0,4 massa Matahari (M_{\odot}) dan temperatur efektif (T_{eff}) 10.000 K, maka luminositas bintang (dalam satuan L_{\odot}) adalah

- A. $3,6 \times 10^{-4}$
- B. $3,0 \times 10^{-3}$
- C. $1,8 \times 10^2$
- D. $2,6 \times 10^3$
- E. $7,6 \times 10^4$

Jawab: **B**

Penjelasan:

$$L = 4\pi R^2 \sigma T_{\text{eff}}^4$$

dan

$$L \approx \left(\frac{1}{74} \right)^2 \left(\frac{M_{\odot}}{M} \right)^{2/3} \left(\frac{T_{\text{eff}}}{6000} \right)^4 L_{\odot}$$

4. Misalkan \mathcal{M} menyatakan magnitudo mutlak bolometrik sebuah bintang dan \mathcal{P} menyatakan energi yang dipancarkan setiap detik (dalam satuan watt), maka berlaku hubungan

- A. $\mathcal{P} = 3,485 \times 10^{26} \times 10^{-0,4\mathcal{M}}$
- B. $\mathcal{P} = 3,013 \times 10^{28} \times 10^{-0,4\mathcal{M}}$
- C. $\log \mathcal{P} = 26,591 - 0,4\mathcal{M}$
- D. $\log \mathcal{P} = 28,479 + 0,4\mathcal{M}$
- E. $\mathcal{P} = -2,500 \log \mathcal{M}$

Jawab: **B**

Hubungan yang tepat dapat diperoleh dari persamaan Pogson:

$$\begin{aligned} \mathcal{M} - \mathcal{M}_{\odot} &= -2,5 \log \frac{\mathcal{P}}{\mathcal{P}_{\odot}} \\ \mathcal{P} &= \mathcal{P}_{\odot} \times 10^{-0,4(\mathcal{M} - \mathcal{M}_{\odot})} \end{aligned}$$

Kemudian, dengan memasukkan nilai $\mathcal{M}_{\odot} = 4,72$ dan $\mathcal{P}_{\odot} = 3,9 \times 10^{26}$ W, akan diperoleh

$$\mathcal{P} = 3,013 \times 10^{28} \times 10^{-0,4\mathcal{M}}$$

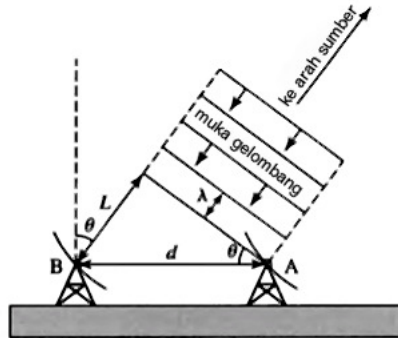
5. Di antara lima pernyataan berikut, pernyataan manakah yang benar?

- A. Urutan tipe garis spektrum dalam kemunculan mereka pada bintang-bintang dengan menurunnya temperatur adalah: garis hidrogen yang sangat kuat, garis helium terionisasi, garis helium netral, garis logam netral, metal terionisasi, pita molekul titanium oksida
- B. Periode bintang ganda visual selalu lebih pendek daripada periode bintang ganda spektroskopi

- C. Bintang Sirius adalah bintang paling terang di langit, berarti ia merupakan bintang paling dekat dengan kita
- D. Bintang Alpha Centauri adalah bintang paling dekat dengan kita, berarti ia merupakan bintang paling terang di langit
- E. Sifat paling dasar dari bintang yang menentukan lokasinya di deret utama adalah massanya

Jawab: **E**

6. Perhatikan gambar di bawah yang merupakan skema kerja interferometer teleskop radio A dan B.



Untuk mencapai resolusi sudut $1''$ dari objek astronomi yang diamati pada panjang gelombang 21 cm orde pertama, maka jarak minimal antara teleskop radio A dan B adalah

- A. 40,8 km
- B. 41,4 km
- C. 42,4 km
- D. 43,4 km
- E. 44,4 km

Jawab: **D**

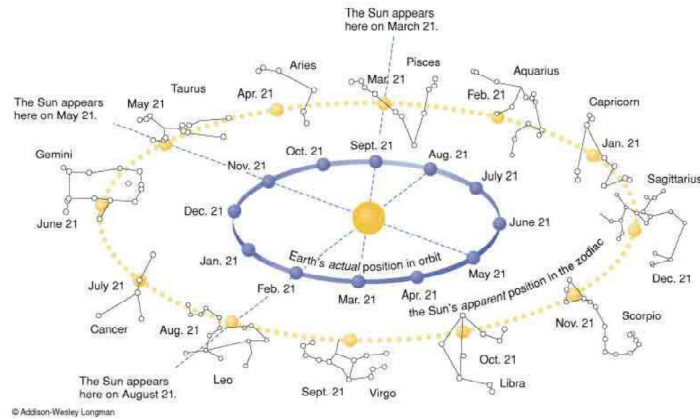
Rumus yang digunakan

$$\sin \theta = \frac{\lambda}{d}$$

Karena $\sin 1'' = 4,84 \times 10^{-6}$, maka untuk panjang gelombang 21 cm:

$$d = \frac{21}{4,84 \times 10^{-6}} \text{ cm} = 43,4 \text{ km}$$

7. Di antara rasi bintang zodiac berikut yang dapat diamati pada saat bersamaan dengan peristiwa Gerhana Matahari Total 2016 di Indonesia, adalah
- A. Pisces
 - B. Gemini
 - C. Virgo
 - D. Orion
 - E. Canis



Jawab: **A**

Pada bulan Maret latar belakang Matahari yaitu rasi Pisces dkk. Pada malam hari kita melihat rasi bintang yang berlawanan dr Pisces misalnya Virgo dkk. Tapi pada GMT, langit gelap sehingga kita kemungkinan dapat mengamati Pisces pada arah yang sama dengan Matahari

8. Pada tanggal 9 Maret 2016 pagi hari akan berlangsung Gerhana Matahari Total yang jalurnya melewati Indonesia, di antaranya kota Palembang, Palangkaraya, dan Palu. Kemungkinan posisi Bulan dalam sistem koordinat ekuatorial pada momen pertengahan gerhana Matahari tersebut adalah
- deklinasi $\delta \approx -4^\circ 8'$ dan asensio rekta $\alpha \approx 23$ jam 19 menit
 - deklinasi $\delta \approx +4^\circ 8'$ dan asensio rekta $\alpha \approx 01$ jam 19 menit
 - deklinasi $\delta \approx -0^\circ 48'$ dan asensio rekta $\alpha \approx 23$ jam 9 menit
 - deklinasi $\delta \approx +0^\circ 48'$ dan asensio rekta $\alpha \approx 23$ jam 9 menit
 - deklinasi $\delta \approx +0^\circ 0'$ dan asensio rekta $\alpha \approx 24$ jam 0 menit

Jawab: **A**

Kedudukan Matahari pada tanggal 21 maret 2016 di ekuinok, deklinasi dan asensio rekta nol derajat.

Perhitungan deklinasi:

$$\delta = 23,5^\circ \sin(2\pi(t - t_0)/T)$$

$$\delta = 23,5^\circ \sin(2\pi((31 + 29 + 9) - (31 + 29 + 20))/365.25)) = -4.4^\circ$$

$$\delta = 4^\circ 25'$$

9. Diketahui jarak rata-rata Bumi–Bulan adalah 384.000 km dan periode orbit Bulan adalah 27,3 hari. Berapakah periode orbit sebuah satelit buatan yang mengitari Bumi pada ketinggian 96.000 km jika orbitnya berupa lingkaran?
- 3,41 hari
 - 3,76 hari
 - 7,28 hari
 - 10,40 hari
 - 10,70 hari

Jawab: **B** (3,76) hari

Hukum Kepler ketiga

$$\frac{a^3}{P^2} = \frac{GmM}{4\pi^2}$$

Karena massa Bulan dan satelit buatan jauh lebih kecil dari Bumi, maka

Untuk sistem Bumi–Bulan:

$$\frac{a_B^3}{P_B^2} = \frac{GM_\oplus}{4\pi^2} \quad (1)$$

Untuk sistem Bumi–Satelit:

$$\frac{a_S^3}{P_S^2} = \frac{GM_\oplus}{4\pi^2} \quad (2)$$

Dari dua persamaan tersebut, diperoleh

$$\frac{P_S}{P_B} = \left(\frac{a_S}{a_B}\right)^{3/2}$$

atau

$$P_S = P_B \left(\frac{a_S}{a_B}\right)^{3/2} = (27,3) \times \left(\frac{96000}{384000}\right)^{3/2} = (27,3) \times (0,125) = 3,4 \text{ hari}$$

Untuk empat soal berikut ini, jawablah

- 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

10. Jika atmosfer Bumi 50% lebih rapat daripada keadaan saat ini, maka

- 1. Cahaya Matahari akan tampak lebih merah daripada keadaan sekarang, karena dengan bertambahnya kerapatan, akan lebih banyak cahaya pada panjang gelombang biru yang dihamburkan ke segala arah.
- 2. Cahaya yang sampai ke permukaan Bumi akan semakin tampak berwarna biru
- 3. Cahaya yang sampai ke permukaan Bumi akan semakin tampak berwarna merah
- 4. Cahaya Matahari akan tampak lebih biru daripada keadaan sekarang, karena dengan bertambahnya kerapatan, akan lebih banyak cahaya pada panjang gelombang merah yang dihamburkan ke segala arah.

Jawab: **B**

Cahaya Matahari akan tampak lebih merah daripada keadaannya sekarang. Dengan bertambahnya kerapatan di atmosfer, makin banyak cahaya biru yang disebarkan ke semua arah sehingga cahaya yang sampai ke permukaan Bumi akan semakin tampak merah. Jika biasanya Matahari tampak berwarna merah ketika tenggelam, maka warna merah ini akan tampak bahkan pada saat siang hari.

(Pernyataan 1 dan 3 benar)

11. Konstanta Hubble H_0 menyatakan laju pengembangan alam semesta saat ini. Karena kesalahan dalam penentuan jarak beberapa galaksi yang digunakannya, Edwin Hubble mendapatkan nilai sekitar 500 km/s/Mpc untuk H_0 . Nilai yang diterima sekarang oleh para astronom berdasarkan berbagai pengukuran adalah 70 km/s/Mpc. Manakah pernyataan-pernyataan di bawah ini yang benar?

1. Laju pengembangan alam semesta menurut Hubble lebih cepat daripada seharusnya
2. Jarak galaksi-galaksi yang digunakan Hubble lebih jauh daripada seharusnya
3. Umur alam semesta menurut Hubble lebih muda daripada umur sebenarnya
4. Jika sejak *Big Bang* alam semesta mengembang dengan laju konstan H_0 , maka menurut Hubble ukuran alam semesta saat ini kurang lebih sepertujuh dari nilai yang diterima sekarang

Jawab: **B**

Dari Hukum Hubble:

$$v = H_0 d$$

jika H_0 lebih besar, maka laju pengembangan alam semesta lebih besar (i benar), umur $t_0 = 1/H_0$ lebih kecil (iii benar). H_0 menurut Hubble besar, karena jarak galaksi yang digunakan lebih kecil dari seharusnya (*under estimated*), sehingga ii salah. Jika laju pengembangan konstan sejak Big Bang, maka H_0 yang lebih besar memberikan ukuran alam semesta yang lebih besar (iv salah)

12. Di antara empat pernyataan yang merupakan karakteristik materi antar bintang adalah:

1. Dalam besaran massa, materi antar bintang tersusun atas hidrogen, helium, dan sedikit unsur berat
2. Daerah hidrogen terionisasi (*HII region*) terjadi akibat radiasi ultraviolet dari bintang panas di dekatnya
3. Materi antar bintang dapat terkait dengan pembentukan dan kematian bintang
4. Hanya ada satu kelompok daerah dalam materi antar bintang yaitu yang berhubungan dengan pembentukan bintang

Jawab: **A** (1,2, dan 3 BENAR)

13. Yang merupakan karakteristik dalam proses pembentukan bintang adalah

1. Materi antar bintang yang melimpah dalam periode waktu yang lama, tidak selalu cukup untuk membentuk bintang
2. Proses pembentukan bintang dapat terjadi bila energi kinetik materi antar bintang lebih kecil dari setengah energi potensial gravitasi
3. Syarat terjadinya pembentukan bintang bergantung pada temperatur dan kerapatan jumlah partikel
4. Proses pembentukan bintang hanya dapat terjadi di daerah dengan konsentrasi debu tinggi

Jawab: **A** (1, 2, dan 3 BENAR)

Gunakan petunjuk ini untuk menjawab soal-soal berikut:

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

D. Pernyataan pertama salah, sedangkan pernyataan kedua benar.

E. Kedua pernyataan salah.

14. Tepi bayangan sebuah objek yang dibentuk oleh sinar Matahari tidak tajam
SEBAB

Jarak Bumi dari Matahari yang sangat jauh menyebabkan Matahari sering dianggap sebagai suatu sumber benda titik dan cahayanya mengalami difraksi atau pembelokan cahaya

Jawab: **C**

Matahari merupakan extended object, bukan benda titik, walaupun jarak Bumi ke Matahari besar, namun tidak sebesar jarak Bumi ke bintang lain. Oleh karena itu, bayangan objek yang dibentuk Matahari tidak tajam, namun *blur/fuzzy* di bagian tepinya. Cahaya Matahari juga mengalami difraksi ketika memasuki atmosfer Bumi. Dengan demikian, pernyataan Benar, namun alasan Salah.

15. Bulan mengorbit Bumi, sedangkan asteroid mengorbit Matahari.
SEBAB

Ukuran asteroid lebih kecil daripada Bulan.

Jawab: **B**

Bulan berada pada zona *spherical of influence* (bola pengaruh) Bumi, asteroid tidak.

Soal Isian Singkat

16. Jarak antara dua sumber titik yang direkam oleh detektor pada bidang fokus sebuah teleskop, bergantung pada

Jawab: (Panjang titik api objektif)

Gunakan rumus skala bayangan.

17. Gugus bola IAU C0923 545 memiliki magnitudo semu $V = +13,0$ dan magnitudo mutlak $M_V = -4,15$. Gugus ini terletak 9,0 kpc dari Bumi, 11,9 kpc dari pusat Galaksi, dan sekitar 0,5 kpc di selatan bidang Galaksi. Besar serapan materi antar bintang per kpc yang kita amati ke arah IAU C0923 545 adalah

Jawab: 0,26 mag/kpc

$$a_V = V - M_V + 5 - 5 \log d = 2,38 \text{ mag}$$

$$a_V/d = 2,38 \text{ mag}/9 \text{ kpc} = 0,26 \text{ mag/kpc}$$

18. Diduga terdapat sebuah planet X yang merupakan planet kesembilan di Tata Surya. Planet yang diperkirakan seukuran Uranus ini belum pernah teramati karena jaraknya yang jauh (20 kali jarak Matahari-Neptunus). *Very Large Telescope* digunakan untuk mencari keberadaan planet tersebut dengan menggunakan teknik interferometer. Dengan detektor inframerah 20 mikron, jarak pisah minimal antar teleskop (*baseline*) yang dibutuhkan untuk dapat menentukan ukuran planet secara langsung adalah sekitar

Jawab: 43 m

Diketahui:

$$R_X = R_{\text{Uranus}} = 25559 \times 10^3 \text{ m}$$

$$d_X = 20 \times 4504300 \times 10^3 \times 10^3 \text{ m}$$

Mengasumsikan metode interferometer spt pada penentuan diameter objek TNO. (Lihat Li et al 2011: Measuring the sizes, shapes, surface features and rotations of Solar System objects with interferometry) dan Limit magnitudo VLT 20 mag,

– menentukan diameter sudut planet X

$$\theta = 206265'' \frac{2 \times R_X}{d_X} = 206265 \times \frac{2 \times 25559 \times 10^3}{20 \times 4504300 \times 10^3 \times 10^3} = 2 \times 0,05'' = 2 \times 2,837178 \times 10^{-7} \text{ rad}$$

θ merupakan resolusi sudut yang harus dimiliki teleskop interferometer

– Menentukan Resolusi

$$\text{Resolution} = 1,22\lambda/D_{\text{baseline}}$$

$$D_{\text{baseline}} = 1,22\lambda/\theta = 1,22(20 \times 10^{-6}/(2 \times 2,837178 \times 10^{-7})) \text{ m} = 43 \text{ m}$$

19. Salah satu sumber pemancar radio terkuat di langit setelah Matahari dan Cassiopeia A (sisa supernova yang relatif dekat) adalah Galaksi Cygnus A. Pada panjang gelombang 0,75 cm, rapat fluks spektral yang diukur oleh teleskop radio dengan diameter 25 m adalah 4500 Jy (Jansky). Dengan menganggap efisiensi teleskop radio 100% dan lebar pita frekuensi adalah 5 MHz, daya total yang dideteksi penerima adalah sebesar Watt.

Jawab: $1,1 \times 10^{-13} \text{ W}$

$$P = S(\nu)\pi \left| \frac{D}{2} \right|^2 \Delta\nu = 1,1 \times 10^{-13} \text{ Watt}$$

Catatan, (perlu tabel tetapan): $1 \text{ Jy} = 10^{-26} \text{ Wm}^{-2}\text{Hz}^{-1}$.

20. Jika Matahari berevolusi menjadi bintang raksasa merah dengan ukuran 100 kali jejari Matahari saat ini dan temperaturnya sekitar 3.200° C , maka magnitudo semu Matahari saat itu adalah

Solusi: $-34,56$

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

$$m_{rg} - m_{sun} = -2.5 \log \frac{E_{rg}}{E_{sun}} = -2.5 \log \left(\frac{R_{rg}^2 T_{rg}^4}{R_{sun}^2 T_{sun}^4} \right)$$

$$m_{rg} = -2.5 \log \left(\frac{100^2 \times (3200 + 273)^4 \times}{5785^4} \right) + (-26,78) = -34,56$$

Soal Esai

21. Pada pukul 18:00, tinggi dan azimuth Bulan adalah $+39^\circ$ dan 196° , sedangkan tinggi dan azimuth Saturnus adalah $+34^\circ$ dan 210° . Jika Bulan dan Saturnus dianggap benda titik, hitunglah jarak pisah ke dua benda tersebut dalam satuan derajat!

Jawab:

$$\Delta_{azimuth} = 14^\circ$$

4 point

Keterangan/penjelasan & gambar

$$\cos MS = \cos MZ \cos ZS + \sin MZ \sin ZS \cos Z = 0,98$$

4 point

$$MS \simeq 12.3^\circ$$

2 point

Tanpa derajat: OK

22. Dengan teleskop Hubble, astronom dapat mengamati bintang seperti Matahari pada jarak 100 kpc. Bintang-bintang Cepheid yang paling terang memiliki kecerlangan intrinsik 30.000 kali lebih besar daripada Matahari. Jika serapan materi antar bintang diabaikan, tentukanlah jarak Cepheid terjauh yang dapat diamati teleskop Hubble!

Jawab:

Limit magnitudo untuk teleskop Hubble:

$$m - M = -5 + 5 \log d$$

$$m = 4,79 - 5 + 5 \log 10^5 = 24,79$$

3 point

Magnitudo mutlak Cepheid dapat dicari sbb:

$$M_c - M_{sun} = -2,5 \log(L_c/L_{sun} = -2,5 \log(3 \times 10^4)$$

$$M_c = 4,79 - 11,19 = -6,40$$

3 point

Jarak terjauh Cepheid yang dapat diamati teleskop Hubble:

$$m - M_c = -5 + 5 \log d$$

$$\log d = (24,79 + 6,40 + 5)/5 = 7,238$$

2 point

$$d = 10^{7,238} \text{pc} = 1,73 \times 10^7 \text{pc} = 17,3 \text{Mpc}$$

2 point

23. Olympus Mons yang memiliki tinggi 25 km adalah gunung tertinggi di Mars sekaligus tertinggi di Tata Surya, bahkan tiga kali lebih tinggi dari gunung Himalaya. Untuk mengetahui mengapa planet Mars dapat memiliki gunung tertinggi di Tata Surya, maka

- (a) Hitunglah tinggi maksimum gunung di Bumi bila gunung dianggap berbentuk kerucut! Ambillah nilai kerapatan Bumi sebesar 6.520 kg/m^3 dan batas elastisitas kerak Bumi adalah $3 \times 10^8 \text{ N/m}^2$!
- (b) Jelaskan mengapa gunung tertinggi di Tata Surya dapat berada di Planet Mars!

Jawab:

(a)

Gunung memiliki bentuk kerucut dengan dasar lingkaran R dan tinggi H.

$$V_{\text{gunung}} = \frac{1}{3}\pi R^2 H$$

$$M_{\text{gunung}} = \rho V = \frac{1}{3}\pi R^2 H \rho$$

$$F_{\text{gunung}} = Mg = \frac{1}{3}\pi R^2 H \rho g$$

3 point

Tekanan atau stress:

$$\sigma = F/A = F/(\pi R^2)$$

$$\sigma = \frac{1}{3}\rho g H$$

tekanan kekenyalan batuan granit $\sigma_{\text{granit}} = 3 \times 10^8 \text{ Pa}$

3 point

Syarat $\sigma = \sigma_{\text{granit}}$

$$\sigma = \sigma_{\text{granit}}$$

$$\frac{1}{3}\rho g H = \sigma_{\text{granit}}$$

$$H = \frac{3 \times 10^8 \times 3}{g \rho} = 16718 \text{ m}$$

2 point

(b)

Mars memiliki kerapatan dan gravitasi yang lebih kecil dari Bumi. Dengan nilai kerapatan dan gravitasi yang rendah, maka gunung Olympus Mons yang setinggi 25 kilometer dapat terjadi.

2 point

24. Sebuah proton berenergi 10^7 eV melintas tegak lurus medan magnet antar bintang yang homogen di Galaksi ($B = 3 \times 10^{-10}$ T) sehingga bergerak melingkar. Proton tersebut memiliki kelajuan jauh lebih kecil daripada kecepatan cahaya (non relativistik))

- (a) Hitunglah momentum proton tersebut!
- (b) Hitunglah radius gerak melingkar proton (*gyroradius*) dan frekuensi sudut yang dihasilkan!
- (c) Gambarkan arah gerak dan lintasan proton jika gerak proton membentuk sudut tertentu (dengan sudut sekitar 30°) terhadap garis medan magnet!

Solusi:

(a)

$$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}\frac{p^2}{m} = E$$

$$p = \sqrt{2Em} = \sqrt{2 \times (10^7 \times 1,6 \times 10^{-19}) \times (1,6726 \times 10^{-27})} = 7,3 \times 10^{-20} \text{ kg m/s}$$

3 point

Gyroradius atau radius girasi atau Larmor radius atau radius Cylotron :

$$\frac{mv^2}{r} = Bqv$$

$$r = mv/(Bq) = p/(Bq) = \frac{7,3 \times 10^{-20}}{3 \times 10^{-10} \times 1,6022 \times 10^{-19}} = 1,5 \times 10^9 \text{ m}$$

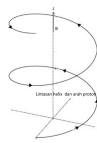
3 point

(b) Gyrofrequency atau frekuensi sudut atau frekuensi Cylotron:

$$\omega = Bq/m = (3 \times 10^{-10}) \times (1,6022 \times 10^{-19}) / (1,6726 \times 10^{-27}) = 0,0287373 \text{ rad/s}$$

2 point

(c) Lintasan akan berbentuk helix dengan arah mengikuti kaidah tangan kanan. Misalnya seperti gambar berikut: arah sumbu z merupakan garis medan magnet).



2 point

25. Sebuah fenomena langka yang terjadi pada akhir bulan Januari 2016 yaitu 5 planet klasik tampak berparade di langit fajar. Merkurius tampak di arah timur, diikuti Venus, Saturnus, Mars dan Jupiter di sebelah barat. Jarak sudut Jupiter dan Merkurius adalah 100° sementara sudut elongasi Merkurius dari Matahari adalah 15° . Hitunglah jarak antara Jupiter dan Merkurius dalam satuan astronomi, jika dianggap orbit planet berada dalam satu bidang!

Jawab:

Gambar/keterangan/deskripsi : 2 point

$$\begin{aligned}SM^2 &= BM^2 + SB^2 - 2BM \cdot SB \cos 15^\circ \\0,16 &= x^2 + 1 - 2x \cos 15^\circ \\0 &= x^2 - 1,932x + 0,84 \\x &= 0,661 \text{ atau } x = 1,271\end{aligned}$$

2 point

Jarak Bumi-Jupiter ($BJ = y$) dihitung dengan cara yang sama: $SJ^2 = BJ^2 + SB^2 - 2BJ \cdot SB \cos 115^\circ$

$$\begin{aligned}27,04 &= y^2 + 1 - 2y \cos 115^\circ \\0 &= y^2 + 0,845y - 26,04 \\y &= 4,698 \text{ atau } y = -5,543\end{aligned}$$

2 point

Namun hanya solusi positif yang akan digunakan untuk perhitungan lebih lanjut.

Jarak MJ dapat dihitung dengan formula cosinus:

$$\begin{aligned}MJ^2 &= BM^2 + BJ^2 - 2BM \cdot BJ \cos 100^\circ \\z^2 &= x^2 + y^2 - 2xy \cos 100^\circ \\z &= 4,857 \text{ atau } z = 5,075\end{aligned}$$

3 point

1 point untuk 2 solusi

Nama konstanta	Simbol	Harga
Kecepatan cahaya	c	$2,99792458 \times 10^8 \text{ m/s}$
Konstanta gravitasi	G	$6,673 \times 10^{-11} \text{ m}^3/\text{kg/s}^2$
Konstanta Planck	h	$6,6261 \times 10^{-34} \text{ J s}$
Konstanta Boltzmann	k	$1,3807 \times 10^{-23} \text{ J/K}$
Konstanta kerapatan radiasi	a	$7,5659 \times 10^{-16} \text{ J/m}^3/\text{K}^4$
Konstanta Stefan-Boltzmann	σ	$5,6705 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2/\text{K}^4$
Muatan elektron	e	$1,6022 \times 10^{-19} \text{ C}$
Massa elektron	m_e	$9,1094 \times 10^{-31} \text{ kg}$
Massa proton	m_p	$1,6726 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Massa neutron	m_n	$1,6749 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Massa atom ${}_1\text{H}^1$	m_{H}	$1,6735 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Massa atom ${}_2\text{He}^4$	m_{He}	$6,6465 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Massa inti ${}_2\text{He}^4$		$6,6430 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Konstanta gas	R	$8,3145 \text{ J/K/mol}$

Nama besaran	Notasi	Harga
Satuan astronomi	au	$1,49597870 \times 10^{11}$ m
Parsek	pc	$3,0857 \times 10^{16}$ m
Tahun cahaya	ly	$0,9461 \times 10^{16}$ m
Tahun sideris		365,2564 hari
Tahun tropik		365,2422 hari
Tahun Gregorian		365,2425 hari
Tahun Julian		365,2500 hari
Periode sinodis Bulan (<i>synodic month</i>)		29,5306 hari
Periode sideris Bulan (<i>sidereal month</i>)		27,3217 hari
Hari Matahari rerata (<i>mean solar day</i>)		$24^j 3^m 56^d,56$
Hari sideris rerata (<i>mean sidereal day</i>)		$23^j 56^m 4^d,09$
Massa Matahari	M_{\odot}	$1,989 \times 10^{30}$ kg
Jejari Matahari	R_{\odot}	$6,96 \times 10^8$ m
Temperatur efektif Matahari	$T_{\text{eff},\odot}$	5785 K
Luminositas Matahari	L_{\odot}	$3,9 \times 10^{26}$ W
Magnitudo semu visual Matahari	V	-26,78
Indeks warna Matahari	$B - V$	0,62
	$U - B$	0,10
Magnitudo mutlak visual Matahari	M_V	4,79
Magnitudo mutlak biru Matahari	M_B	5,48
Magnitudo mutlak bolometrik Matahari	M_{bol}	4,72
Massa Bulan	M_{D}	$7,348 \times 10^{22}$ kg
Jejari Bulan	R_{D}	1738000 m
Jarak rerata Bumi–Bulan		384399000 m
Konstanta Hubble	H_0	69,3 km/s/Mpc
1 Jansky	1 Jy	1×10^{-26} Wm ⁻² Hz ⁻¹

Objek	Massa (kg)	Jejari ekuatorial (km)	P_{rotasi}	P_{sideris} (hari)	Jarak rerata ke Matahari (10^3 km)
Merkurius	$3,30 \times 10^{23}$	2440	58,646 hari	87,9522	57910
Venus	$4,87 \times 10^{24}$	6052	243,019 hari	244,7018	108200
Bumi	$5,97 \times 10^{24}$	6378	23 ^j 56 ^m 4 ^d ,1	365,2500	149600
Mars	$6,42 \times 10^{23}$	3397	24 ^j 37 ^m 22 ^d ,6	686,9257	227940
Jupiter	$1,90 \times 10^{27}$	71492	9 ^j 55 ^m 30 ^d	4330,5866	778330
Saturnus	$5,69 \times 10^{26}$	60268	10 ^j 39 ^m 22 ^d	10746,9334	1429400
Uranus	$8,66 \times 10^{25}$	25559	17 ^j 14 ^m 24 ^d	30588,5918	2870990
Neptunus	$1,03 \times 10^{26}$	24764	16 ^j 6 ^m 36 ^d	59799,8258	4504300