

## Pertanyaan Teori Singkat

**Nilai maksimum setiap pertanyaan adalah 10**

1. Kebanyakan komet yang sekali tampak memasuki Tata Surya bagian dalam langsung dari awan Oort. Perkirakanlah berapa lama perjalanan komet ini. Anggaplah bahwa di dalam awan Oort, 35 000 SA dari Matahari, komet berada di aphelion.
2. Perkirakan jumlah bintang dalam suatu gugus bola dengan diameter 40 parsek, apabila kecepatan lepas di tepi gugus tsb adalah  $6 \text{ km det}^{-1}$  dan sebagian besar bintang anggota gugus tersebut sama dengan matahari.
3. Pada tanggal 9 Maret 2011, wahana Voyager berada 116.406 SA dari Matahari dan bergerak dengan kecepatan  $17.062 \text{ km det}^{-1}$ . Tentukanlah jenis orbit wahana ini, apakah: (a) eliptikal (b) parabolik, ataukah (c) hiperbola? Berapakah magnitudo semu Matahari dilihat dari Voyager?
4. Dengan menganggap Phobos bergerak mengelilingi Mars dalam orbit lingkaran sempurna di bidang ekuator dari planet, tentukanlah lamanya Phobos berada di atas horizon dari suatu titik di ekuator Mars. Gunakanlah data sebagai berikut: Radius Mars  $R_{\text{Mars}} = 3\,393 \text{ km}$ , Periode rotasi Mars  $T_{\text{Mars}} = 24.623 \text{ jam}$ . Massa Mars  $M_{\text{Mars}} = 6.421 \times 10^{23} \text{ kg}$  dan Radius orbit Phobos  $R_{\text{P}} = 9\,380 \text{ km}$ .
5. Berapakah diameter sebuah teleskop radio yang bekerja pada panjang gelombang  $\lambda = 1 \text{ cm}$  dengan resolusi yang sama dengan sebuah teleskop optik dengan diameter  $D = 10 \text{ cm}$ ?
6. Gaya pasang-surut menghasilkan suatu torsi pada Bumi. Dengan menganggap bahwa, selama beberapa ratus juta tahun terakhir, torsi dan panjang tahun sideris konstan dan masing-masing bernilai  $6.0 \times 10^{16} \text{ N m}$  and  $3.15 \times 10^7 \text{ detik}$ , hitunglah berapa harikah rotasi Bumi  $6.0 \times 10^8$  tahun yang lalu? Momen inersia dari sebuah bola yang terisi penuh secara homogen dengan radius  $R$  dan massa  $m$  adalah  $I = \frac{2}{5} m R^2$
7. Sebuah satelit mengelilingi Bumi dengan orbit lingkaran. Momentum awal dari satelit diberikan oleh vektor  $\mathbf{p}$ . Pada suatu waktu, sebuah ledakan dilakukan dan memberikan satelit tersebut impuls tambahan  $\Delta\mathbf{p}$ , yang sama besarnya dengan  $|\mathbf{p}|$ . Nyatakanlah  $\alpha$  sudut antara vektor  $\mathbf{p}$  dan  $\Delta\mathbf{p}$  dan  $\beta$  sudut antara vektor radius satelit dan vektor  $\Delta\mathbf{p}$ . Dengan meninjau arah dari impuls tambahan  $\Delta\mathbf{p}$ , anggaplah jika mungkin untuk mengubah orbit untuk setiap kasus yang diberikan di bawah ini. Jika mungkin nyatakan YES pada lembar jawaban dan berikanlah nilai-nilai  $\alpha$  dan  $\beta$  yang mungkin. Jika orbitnya tidak mungkin nyatakan NO.
  - a. Sebuah hiperbola dengan perigee pada lokasi ledakan

- b. Sebuah parabola dengan perigee pada lokasi ledakan
- c. Sebuah elips dengan perigee pada lokasi ledakan
- d. Sebuah lingkaran
- e. Sebuah elis dengan apogee pada lokasi ledakan

Catatlah bahwa untuk  $\alpha = 180^\circ$  dan  $\beta = 90^\circ$ , orbit baru akan berupa garis sepanjang mana, satelit akan jatuh bebas secara vertical ke pusat Bumi.

8. Dengan mengasumsikan bulir debu (*dust grain*) sebagai benda hitam, tentukan diameter sebuah bulir debu bulat yang berada pada jarak 1 SA dari Matahari dalam keadaan setimbang antara tekanan radiasi dan tarikan gravitasi dari Matahari. Ambil kerapatan bulir debu  $\rho = 10^3 \text{ kg m}^{-3}$ .
9. Jarak antar bintang lebih besar dibandingkan dengan ukuran bintang. Sehingga gugus bintang dan galaksi, yang dianggap tidak berisi materi antar bintang, tidak akan menghalangi objek yang ada dibelakangnya. Perkirakan seberapa proporsi langit yang dihalangi oleh bintang-bintang, jika kita melihat ke arah sebuah galaksi dengan kecerlangan permukaan  $\mu = 18.0 \text{ mag arcsec}^{-2}$ . Asumsikan bahwa galaksi tersebut terdiri dari bintang-bintang yang sama dengan Matahari.
10. Perkirakan energi minimum yang dibutuhkan oleh sebuah proton untuk menembus lapisan magnetosfer Bumi. Asumsikan arah penetrasi proton tegak lurus dari arah sabuk medan magnet yang besarnya  $30 \text{ } \mu\text{T}$  dan ketebalannya  $1.0 \times 10^4 \text{ km}$ . Buat sketsa lintasan partikel. (Perhatikan bahwa pada energi yang tinggi momentum dapat dituliskan sebagai  $E/c$ . Abaikan adanya efek radiatif).
11. Berdasarkan pada spektrum sebuah galaksi dengan pemerahan  $z=6.03$ , ditemukan bahwa umur bintang-bintang di galaksi tersebut antara 560 sampai 600 juta tahun. Pada  $z$  berapakah terjadi proses pembentukan bintang di galaksi tersebut ? Asumsikan umur alam semesta saat ini adalah  $t_0 = 13.7 \times 10^9$  tahun dan laju pengembangan alam semesta diberikan oleh model kosmologi datar dengan konstanta kosmologi  $\Lambda = 0$ . (Pada model tersebut faktor skala  $R \propto t^{2/3}$ , dengan  $t$  adalah waktu sejak *Big Bang*)
12. Akibat presesi dari sumbu rotasi Bumi, daerah langit yang tampak dari sebuah lokasi dengan koordinat geografis yang tetap akan berubah terhadap waktu. Apakah mungkin, dalam suatu waktu, Sirius tidak akan terbit jika dilihat dari Krakow, selain itu apakah Canopus akan terbit dan tenggelam? Asumsikan bahwa sumbu rotasi Bumi membentuk kerucut dengan sudut  $47^\circ$ . Krakow berada pada lintang  $50.1^\circ$  Utara; Koordinat ekuatorial (asensiorekta dan deklinasi) saat ini dari bintang Sirius dan Canopus adalah :

Sirius ( $\alpha \text{ CMa}$ ) :  $6^{\text{h}} 45^{\text{m}}$  ,  $-16^\circ 43'$

Canopus ( $\alpha \text{ Car}$ ) :  $6^{\text{h}} 24^{\text{m}}$  ,  $-52^\circ 42'$

13. Persamaan ekliptika dalam koordinat ekuatorial ( $\alpha, \delta$ ) adalah:  $\delta = \arctan (\sin \alpha \tan \varepsilon)$ , dengan  $\varepsilon$  adalah sudut antara bidang ekuator langit dan bidang ekliptika. Temukan hubungan yang

sama dari  $h = f(A)$  untuk ekuator galaksi dalam koordinat horisontal  $(A, h)$  untuk lintang pengamat  $\varphi = 49^\circ 34'$  pada jam sideris lokal (LST)  $\theta = 0^h 51^m$ .

14. Perkirakan jumlah neutrino Matahari yang melewati area  $1 \text{ m}^2$  di permukaan Bumi pada arah tegak lurus dari Matahari tiap detiknya. Gunakan fakta bahwa tiap reaksi fusi di dalam Matahari menghasilkan energi 26.8 MeV dan 2 buah neutrino.
15. Diketahui bahwa radiasi kosmik latar belakang (Cosmic background radiation) memiliki spektrum dari sebuah benda hitam sepanjang evolusi Alam Semesta, tentukan bagaimana temperatur radiasi latar belakang berubah terhadap pemerahan  $z$  ! Tentukan temperatur radiasi latar belakang pada saat  $z \approx 10$  (yaitu objek terjauh saat ini yang dapat diamati). Diketahui temperatur radiasi latar belakang saat ini adalah 2.73 K .