

Soal Gravitasi

A. Gaya gravitasi

B.1 Gaya gravitasi antara dua buah benda yang massanya m_1 dan m_2 dan terpisah pada jarak r adalah F . Jika jarak antara kedua benda dijadikan $2r$, gaya gravitasi antara kedua benda menjadi

- A. $\frac{1}{4}F$ D. $2F$
 B. $\frac{1}{2}F$ E. $4F$
 C. F

jawab

$$F_1 = G \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$$

$$F_2 = G \frac{m_1}{m_2} (2r)^2 = \frac{1}{4} G \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2} = \frac{1}{4} F$$

B.2 Dimensi dari konstanta gravitasi umum adalah . . .

- A. $[M][L]^3[T]^2$ D. $[M][L]^{-3}[T]^2$
 B. $[M]^{-1}[L]^3[T]^{-2}$ E. $[M][L]^3[T]^{-2}$
 C. $[M]^{-1}[L]^{-3}[T]^2$

jawab

Sebelum mengerjakan, pastikan bahwa salah satu rumus yang ada G adalah $g = G \frac{M}{r^2}$ di mana g adalah medan atau **percepatan** gravitasi, maka

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

$$(\text{ms}^{-2}) = G \frac{(\text{kg})}{(\text{m}^2)}$$

$$[L][T]^{-2} = G[M][L]^{-2}$$

$$[M]^{-1}[L]^3[T]^{-2} = G$$

1. Dua buah benda masing-masing 4 kg dan 3 kg berada pada jarak 2 m. Gaya gravitasi yang dirasakan benda tersebut adalah

- A. $6,7 \times 10^{-11} \text{ N}$ D. $3,35 \times 10^{-10} \text{ N}$
 B. $1,34 \times 10^{-11} \text{ N}$ E. $6,7 \times 10^{-10} \text{ N}$
 C. $2,01 \times 10^{-10} \text{ N}$

jawab

$$F = G \frac{4 \cdot 3}{2^2} = 6,7 \times 10^{-11} 3 = 2,01 \times 10^{-10} \text{ N}$$

2. Dua massa masing-masing 20 kg, dan 10 kg berada pada jarak 8 m. Gaya tarik kedua massa tersebut adalah . . .

No calculator allowed ! $G = 6,7 \times 10^{-11}$

- A. $8,32 \times 10^{-10}$ D. $2,09 \times 10^{-10}$
 B. $6,24 \times 10^{-10}$ E. $1,04 \times 10^{-10}$
 C. $4,16 \times 10^{-10}$

jawab

Coba hitung tanpa calculator 6,7 dibagi 6,4 pasti angkanya adalah 1 koma.. sehingga

$$F = G \frac{20 \cdot 10}{8^2} = 6,7 \times 10^{-11} \frac{200}{64} = 2,09 \times 10^{-10} \text{ N}$$

3. Dua buah benda dengan massa tertentu pada jarak r memiliki gaya gravitasi F . Jika kedua benda massanya dijadikan 3 kali lipat, dan jarak ke dua benda dijadikan 2 kali lipat, maka gaya yang terjadi sekarang adalah

- A. $4F$ D. $\frac{4}{9}F$
 B. $\frac{9}{4}F$ E. $\frac{4}{3}F$
 C. $\frac{1}{2}F$

jawab

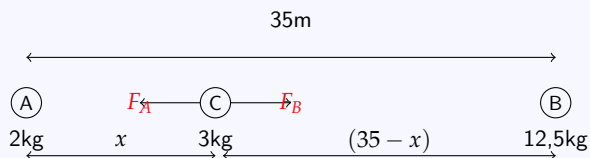
$$F_1 = G \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$$

$$F_2 = G \frac{3 \cdot m_1}{m_2} (2r)^2 = \frac{9}{4} G \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2} = \frac{9}{4} F_1$$

4. Dua buah benda dengan massa 2 kg dan 12,5 kg berada pada jarak 35 m. Jika ada benda ketiga diletakkan antara dua benda tersebut ($m = 3 \text{ kg}$), agar jumlah gaya adalah nol maka harus diletakkan di

- A. 10 m dari 12,5 kg D. 20 m dari 12,5 kg
 B. 15 m dari 2 kg E. 25 m dari 2 kg
 C. 10 m dari 2 kg

jawab



Agar total gayanya nol maka besar gaya F_A dan F_B harus sama

$$F_A = F_B$$

$$G \frac{m_A m_C}{x^2} = G \frac{m_B m_C}{(35 - x)^2}$$

$$\frac{m_A}{m_B} = \left(\frac{x}{35 - x} \right)^2$$

$$\frac{2}{12,5} = \left(\frac{x}{35 - x} \right)^2$$

$$\frac{4}{25} = \left(\frac{x}{35 - x} \right)^2$$

$$\frac{2}{5} = \frac{x}{35 - x}$$

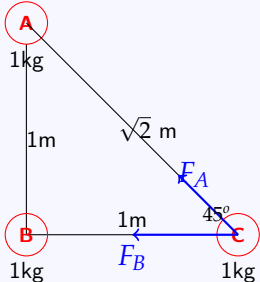
$$x = 10 \text{ m dari A}$$

5. Tiga buah benda masing-masing 1kg, jika jarak A dan B 1m, B dan C 1 m, dan B ada di siku-siku. Maka besar gaya di C adalah .

- A. $\sqrt{2} \text{ G}$ D. $2\sqrt{2} \text{ G}$
 B. $\sqrt{2 + \sqrt{2}} \text{ G}$ E. $\frac{1}{2}\sqrt{5 + 2\sqrt{2}} \text{ G}$
 C. $\sqrt{3} \text{ G}$

jawab

Cara terbaik mengerjakan soal ini adalah dengan menggambar masing-masing benda dan gaya pada titik C.



$$F_C = \vec{F}_A + \vec{F}_B$$

$$F_A = G \frac{1 \cdot 1}{(\sqrt{2})^2} = \frac{1}{2} G$$

$$F_B = G \frac{1 \cdot 1}{1^2} = G$$

jawab

$$F_c = \sqrt{F_A^2 + F_B^2 + 2 \cdot F_A \cdot F_B \cdot \cos \theta}$$

$$F_c = \sqrt{1^2 + \left(\frac{1}{2}\right)^2 + 2 \cdot 1 \cdot \frac{1}{2} \cdot 12\sqrt{2}}$$

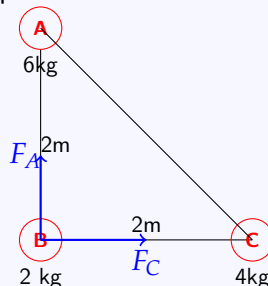
$$F_c = \sqrt{\frac{5 + 2\sqrt{2}}{4}}$$

6. Benda A massanya 6 kg, benda B 2 kg dan C 4 kg. Jarak A dan B 2 m, jarak B dan C adalah 2 m. Jika B ada di siku-siku maka gaya di titik B adalah . . .

- A. $\sqrt{13} \text{ G N}$ D. $2\sqrt{3} \text{ G N}$
 B. $2\sqrt{2} \text{ G N}$ E. 3 G N
 C. $\sqrt{7} \text{ G N}$

jawab

langkah pertama mengerjakan adalah menggambar posisi benda



$$F_r = \vec{F}_A + \vec{F}_C$$

$$F_r = \sqrt{F_A^2 + F_C^2}$$

$$F_A = G \frac{m_A m_B}{r^2} = G \frac{6 \cdot 2}{2^2} = 3G$$

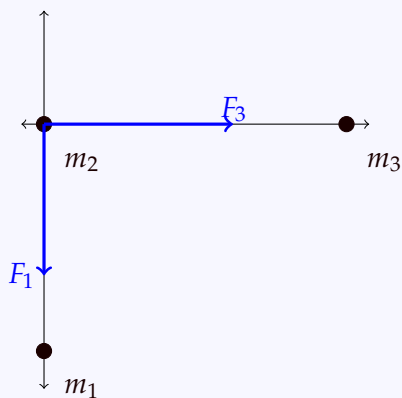
$$F_C = G \frac{m_B m_C}{r^2} = G \frac{2 \cdot 4}{2^2} = 2G$$

$$F_r = G \sqrt{3^2 + 2^2} = \sqrt{13} \text{ G N}$$

- B.18 Tiga bola dengan $m_1 = 2 \text{ kg}$, $m_2 = 3 \text{ kg}$, dan $m_3 = 6 \text{ kg}$ ditempatkan pada koordinat $(0, -6)$, $(0, 0)$, dan $(8, 0)$. Resultan yang dialami oleh massa m_2 adalah . . .

- A. $1,11 \times 10^{-11} \text{ N}$ D. $2,42 \times 10^{-11} \text{ N}$
 B. $1,88 \times 10^{-11} \text{ N}$ E. $3,92 \times 10^{-11} \text{ N}$
 C. $2,20 \times 10^{-11} \text{ N}$

jawab



$$F_2 = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$$

$$F_1 = G \frac{m_1 m_2}{6^2} = G \frac{6}{36} = G \frac{1}{6}$$

$$F_3 = G \frac{m_3 m_2}{8^2} = G \frac{36}{64} = G \frac{9}{16}$$

$$F_2 = G \sqrt{\frac{1^2}{6^2} + \frac{9^2}{16^2}} = G \sqrt{\frac{1}{36} + \frac{9^2}{16^2}}$$

$$F_2 = 3,92 \times 10^{-11} \text{ N}$$

B.17 Sebuah benda bermassa 10 kg dibawa ke ketinggian 130 km di atas permukaan Bumi. Jika jari-jari Bumi 6.370 km, berat benda itu pada ketinggian tersebut adalah . . .

- A. 93 N
B. 94 N
C. 95 N
D. 96 N
E. 97 N

jawab

Pada saat di jari-jari, suatu benda mendapatkan medan gravitasi atau percepatan gravitasi $g = 10 \text{ m/s}^2$. Maka pada ketinggian yang jauh dari permukaan percepatan gravitasinya lebih rendah dengan hubungan

$$\frac{g_2}{g_1} = \left(\frac{r_1}{r_2} \right)^2$$

$$g_2 = \left(\frac{6370}{6500} \right)^2 g_1 = \left(\frac{49}{50} \right)^2 \times 10$$

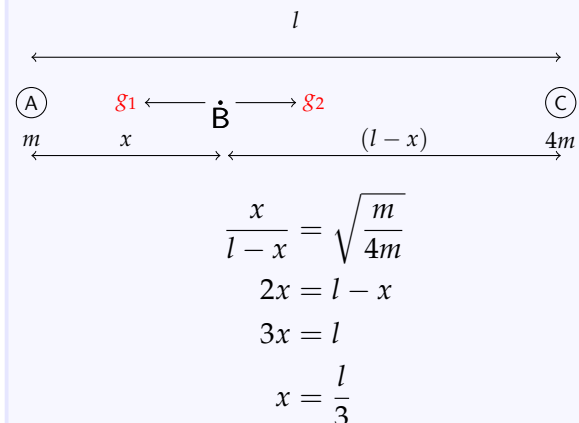
$$w_2 = 10 \cdot g_2 = 100 \left(\frac{49}{50} \right)^2 = 96 \text{ N}$$

B.20 Dua buah bola bermassa m dan $4m$ masing-masing diletakkan pada jarak sejauh l . Jika kuat medan gravitasi oleh setiap bola di titik B bernilai sama, jarak AB adalah . . .

- A. $\frac{l}{9}$
B. $\frac{l}{6}$
C. $\frac{l}{3}$

- D. $\frac{l}{2}$
E. $\frac{l}{2}$

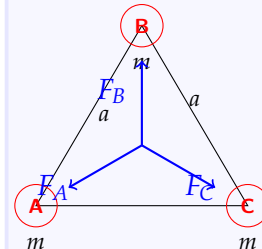
jawab



B.7 Pada titik titik sudut sebuah segitiga sama sisi dengan panjang sisi a masing-masing ditempatkan benda bermassa m . Jika konstanta gravitasi umum G , kuat medan gravitasi di pusat segitiga adalah . . .

- A. $3G \frac{m}{a^2}$
B. $G \frac{m}{3a^2}$
C. $\frac{3}{2} G \frac{m}{a^2}$
D. $\frac{2}{3} G \frac{m}{a^2}$
E. nol

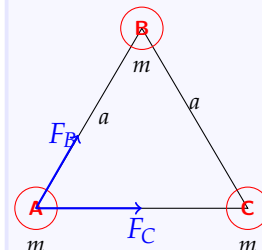
jawab



B.4 Pada setiap titik sudut sebuah segitiga sama sisi dengan panjang sisi a terdapat partikel bermassa m . Besar gaya gravitasi tiap partikel adalah . . .

- A. $G \frac{m^2}{a^2}$
B. $G \frac{m^2}{a^2} \sqrt{2}$
C. $G \frac{m^2}{a^2} \sqrt{3}$
D. $2G \frac{m^2}{a^2}$
E. $G \frac{m^2}{2a^2} \sqrt{3}$

jawab



B. Perbandingan medan/percepatan, dan berat

1. Berat di bumi adalah 3200N. Berat benda tersebut jika berada pada ketinggian $3R$ adalah. . .

- A. 6400 N
B. 3200 N
C. 1600 N
D. 160 N
E. 200 N

jawab

Ketinggian $3R$ artinya pada jarak $3R + R = 4R$ dari pusat bumi. Jari $r_2 = 4R$. Karena sama-sama terpengaruh bumi (tidak pindah planet, maka M masih sama, yakni M_{bumi}

$$\frac{w_2}{w_1} = \frac{\cancel{G} \frac{M_2}{r_2^2}}{\cancel{G} \frac{M_1}{r_1^2}} = \frac{M_2}{M_1} \left(\frac{r_1}{r_2} \right)^2$$

$$\frac{w_2}{3200} = \frac{\cancel{M}}{\cancel{M}} \left(\frac{R}{4R} \right)^2 = 200 \text{ N}$$

- B.3 Seorang bermassa m berada di permukaan bumi dengan jari-jari bumi R dan massa bumi M . Perbandingan gaya gravitasi yang dialami orang ketika berada di permukaan Bumi dan ketika berada pada jarak R di atas permukaan Bumi adalah . . .

- A. 1 : 1
B. 1 : 2
C. 2 : 1
D. 1 : 4
E. 4 : 1

jawab

$r_1 = R$ dan r_2 berada pada ketinggian R dari permukaan bumi, atau $r_2 = 2R$ jika dihitung dari pusat (ini yang dipakai)

$$F_1 = G \frac{Mm}{R^2}$$

$$F_2 = G \frac{Mm}{r_2^2} = G \frac{Mm}{2R^2} = \frac{1}{4} F_1$$

$$F_1 : F_2 = 1 : \frac{1}{4} = 4 : 1$$

2. Suatu planet mempunyai massa 10 kali bumi dan jari-jari 3 kali bumi. Maka percepatan gravitasi di planet tersebut adalah . . .

- A. $2g$
B. $\frac{10}{3}g$
C. $\frac{3}{10}g$
D. $\frac{10}{9}g$
E. $\frac{9}{10}g$

jawab

$$\frac{g_2}{g_1} = \frac{\cancel{G} \frac{M_2}{r_2^2}}{\cancel{G} \frac{M_1}{r_1^2}} = \frac{M_2}{M_1} \left(\frac{r_1}{r_2} \right)^2$$

$$\frac{g_2}{g_1} = \frac{10}{1} \frac{1}{3^2}$$

$$g_2 = \frac{1}{9}g$$

3. Planet B dengan massa jenis dua kali bumi dan tiga kali jari-jari bumi. Maka percepatan gravitasi di permukaan B adalah . . .

- A. $\frac{2}{3}g$
B. $\frac{1}{3}g$
C. $\frac{3}{1}g$
D. $6g$
E. $3g$

jawab

$$\frac{g_2}{g_1} = \frac{\rho_2 r_2}{\rho_1 r_1} = \frac{2.3}{1.1} = 6$$

$$g_2 = 6g$$

4. Percepatan gravitasi di permukaan bumi adalah 10 N/kg. Pada titik di ketinggian tertentu percepatan gravitasi adalah 2 N/kg. Posisi tersebut dari pusat bumi adalah. . .

- A. $\sqrt{5} R$
B. $\sqrt{2} R$
C. $2\sqrt{3} R$
D. $2\sqrt{2} R$
E. $\frac{1}{2} R$

jawab

$$\frac{g_2}{g_1} = \frac{M_2}{M_1} \frac{r_1^2}{r_2^2}$$

$$\frac{2}{10} = \frac{\cancel{M} R^2}{\cancel{M} r_2^2}$$

$$r_2^2 = 5R^2$$

$$r_2 = \sqrt{5}R$$

5. Planet x memiliki percepatan gravitasi 7,5 kali gravitasi bumi. Jika jari-jari planet adalah 2 kali bumi, maka massa planet adalah . . .

- A. $30M$ D. $\frac{1}{2}M$
 B. $20M$ E. $\frac{3}{4}M$
 C. $10M$

jawab

diketahui $g_2 = 7,5$ kali gravitasi bumi atau $7,5 g$, dan $r_2 = 2r_1$. Massa planet adalah . . .

$$\frac{g_2}{g_1} = \frac{M_2 r_1^2}{M_1 r_2^2}$$

$$\frac{7,5}{1} = \frac{M_2}{M} \frac{r^2}{(2r)^2}$$

$$7,5 = \frac{M_2}{4M}$$

$$30M = M_2$$

6. Berat seorang astronot di Bumi adalah 1000 N. Astronot bepergian ke planet X yang mempunyai massa 18 kali bumi dan jari-jari 10 kali bumi. Maka berat astronot tersebut saat berada di ketinggian $2R$ dari permukaan planet X adalah
- A. 3200 N D. 800/3 N
 B. 3200/9 N E. 200 N
 C. 800 N

jawab

- B.11 Planet X memiliki massa a kali massa Bumi dan jari-jari b kali bumi. Berat suatu benda di planet X dibandingkan beratnya di Bumi adalah . . .
- A. ab kali D. $\frac{a}{b^2}$ kali
 B. ab^2 kali E. $\frac{1}{ab}$ kali
 C. $\frac{a}{b}$ kali

jawab

- B.6 Seorang astronot berada pada orbit lingkaran dengan jari-jari R mengitari Bumi. Agar kuat medan gravitasinya menjadi setengah kali semula, jari-jari lingkaran orbit harus menjadi
- A. $\frac{1}{4}R$ D. $2R$
 B. $\frac{1}{2}R$ E. $4R$
 C. $R\sqrt{2}$

jawab

- B.13 Jika jari-jari Bumi adalah R dan medan gravitasi di permukaan Bumi adalah g , besarnya medan gravitasi pada ketinggian h dari permukaan Bumi adalah . .

- A. $\frac{gh}{R}$ D. $\frac{gh}{(R+h)}$
 B. $\frac{gh^2}{(R+h)}$ E. $\frac{gRh}{(R+h)}$
 C. $\frac{gR^2}{(R+h)}$

jawab

C. Kecepatan satelit/kecepatan lepas

$$v_{\text{satelit}} = \sqrt{\frac{GM}{r}} \quad v_{\text{lepas}} = \sqrt{\frac{2GM}{r}}$$

$$v_{\text{satelit}} = \sqrt{gr} \quad v_{\text{lepas}} = \sqrt{2gr}$$

$$r = R + h$$

g = percepatan pada titik tertentu

Energi Potensial EP dan Potensial V

$$EP = G \frac{Mm}{r}$$

$$V = G \frac{M}{r}$$

1. Seorang peneliti berada di planet yang berjari-jari 1000km. Jika percepatan gravitasi di planet adalah 8 m/s^2 , maka kecepatan minimum untuk lepas dari planet adalah . . .
- A. 2 km/s D. $4\sqrt{10}$ km/s
 B. $\sqrt{8}$ km/s E. 16 km/s
 C. 4 km/s

jawab

2. Suatu roket berada di permukaan bumi. Kecepatan minimal agar bisa lepas dari pengaruh gravitasi bumi adalah . . . ($R = 6,4 \times 10^3 \text{ km}$)
- A. $8\sqrt{2}$ km/s D. 4 km/s
 B. 8 km/s E. 2 km/s
 C. 16 km/s

jawab

3. Suatu planet memiliki massa 2×10^{20} kg dan jari-jari 1000 km. Maka kecepatan untuk meninggalkan planet adalah

A. $2\sqrt{G} \times 10^7$ m/s D. $\sqrt{2G} \times 10^7$ m/s
 B. $\sqrt{G} \times 10^7$ m/s E. $\frac{3}{2} \times 10^7$ m/s
 C. $\frac{1}{2}\sqrt{G} \times 10^7$ m/s

jawab

4. Pada ketinggian R dari permukaan bumi kecepatan satelit adalah v . Apabila satelit berada pada ketinggian $3R$ maka kecepatan satelit mengorbit adalah . . .

A. $\frac{1}{2}v$ D. $2v$
 B. $\frac{3}{4}v$ E. $\frac{3}{2}$
 C. v

jawab

5. Suatu roket berada di permukaan planet. Jika roket ingin diluncurkan sampai ketinggian R maka kecepatan yang dibutuhkan adalah . . .

A. $\left(\frac{4GM}{3R}\right)^{\frac{1}{2}}$ D. $\left(\frac{GM}{R}\right)^{\frac{1}{2}}$
 B. $\left(\frac{5GM}{3R}\right)^{\frac{1}{2}}$ E. $\left(\frac{GM}{3R}\right)^{\frac{1}{2}}$
 C. $\left(\frac{2GM}{5R}\right)^{\frac{1}{2}}$

jawab

A. 23 D. 99
 B. 64 E. 256
 C. 81

jawab

3. Perhatikan pernyataan berikut:

- (1) Semakin jauh dari pusat matahari, kecepatan planet semakin kecil
- (2) Luasan sapuan juring yang sama ditempuh dalam waktu yang sama
- (3) Lintasan planet adalah elips dengan matahari di salah satu titik pusatnya
- (4) Periode pangkat tiga berbanding lurus dengan jarak ke matahari pangkat dua

Pernyataan yang benar tentang hukum Kepler adalah . . .

A. 1,2,3 D. 4 saja
 B. 1,3 E. semua benar
 C. 2,4

- B.10 Jarak rata-rata planet Yupiter dari Matahari adalah 5,2 Satuan Anstronomi. Periode Yupiter mengelilingi Matahari adalah . . .

A. 3,75 tahun D. 9,11 tahun
 B. 5,84 tahun E. 11,9 tahun
 C. 7,52 tahun

jawab

D. Hukum Kepler

1. Suatu planet berada pada jarak 2,25 kali jarak bumi matahari. Maka waktu putaran planet tersebut mengelilingi matahari adalah

A. 3,375 D. 0,5
 B. 2,25 E. 0,25
 C. 1,5

jawab

- B.15 Dua satelit beredar mengelilingi Bumi dengan periode tetap. Perbandingan ketinggian kedua satelit dari pusat Bumi 4 : 9. Perbandingan periode kedua satelit tersebut adalah . .

A. 2 : 3 D. 8 : 27
 B. 3 : 2 E. 16 : 91
 C. 4 : 9

jawab

2. Periode planet A dan B masing-masing 27 dan 8 tahun. Jika diketahui jarak planet B ke pusat tata surya adalah 44 juta km, maka jarak planet A ke pusat tata surya adalah . . .