

## Soal Gravitasi

### A. Gaya gravitasi

1. Dua buah benda masing-masing 4 kg dan 3 kg berada pada jarak 2 m. Gaya gravitasi yang dirasakan benda tersebut adalah . . . .
- A.  $6,7 \times 10^{-11}$  N      D.  $3,35 \times 10^{-10}$  N  
 B.  $1,34 \times 10^{-11}$  N      E.  $6,7 \times 10^{-10}$  N  
 C.  $2,01 \times 10^{-10}$  N

**jawab**

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

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

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

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

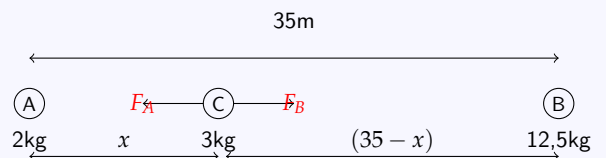
4. Dua buah benda dengan massa 2 kg dan 12,5 kg berada pada jarak 35 m. Jika ada benda ketiga diletakkan antara dua benda tersebut ( $m = 3$  kg),

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

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 12,5 kg  
 C. 10 m dari 2 kg

**jawab**



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

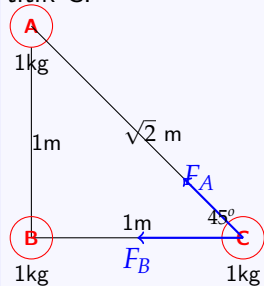
$$\begin{aligned} F_A &= F_B \\ G \frac{m_A m_C}{x^2} &= G \frac{m_B m_C}{(35-x)^2} \\ \frac{m_A}{m_B} &= \left( \frac{x}{35-x} \right)^2 \\ \frac{2}{12,5} &= \left( \frac{x}{35-x} \right)^2 \\ \frac{4}{25} &= \left( \frac{x}{35-x} \right)^2 \\ \frac{2}{5} &= \frac{x}{35-x} \\ x &= 10 \text{ m dari A} \end{aligned}$$

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

jawab

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



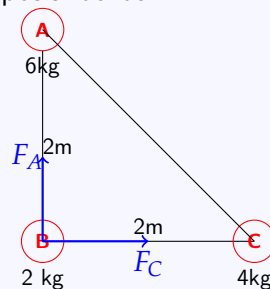
$$F_c = \vec{F}_A + \vec{F}_B$$

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

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

jawab

langkah pertama mengerjakan adalah menggambar posisi benda



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

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

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

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

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

jawab

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

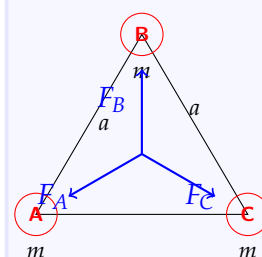
$$F_c = \sqrt{1^2 + \left(\frac{1}{2}\right)^2 + 2 \cdot 1 \cdot \frac{1}{2} \cdot 12\sqrt{2}}$$

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

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



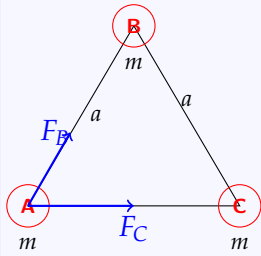
8. Pada setiap titik sudut sebuah segitiga sama sisi dengan panjang sisi  $a$  terdapat partikel bermassa  $m$ . Besar gaya gravitasi tiap partikel adalah . . .

- 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.  $G \frac{m^2}{2a^2} \sqrt{3}$

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

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                      D. 160 N  
B. 3200 N                      E. 200 N  
C. 1600 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  $M_{\text{bumi}}$

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

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

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                      D. 1 : 4  
B. 1 : 2                      E. 4 : 1  
C. 2 : 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.  $2g$                       D.  $\frac{10}{9}g$   
B.  $\frac{10}{3}g$                       E.  $\frac{9}{10}g$   
C.  $\frac{3}{10}g$

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

jawab

$$\frac{g_2}{g_1} = \frac{\rho_2 r_2}{\rho_1 r_1} = \frac{2 \cdot 3}{1 \cdot 1} = 6$$

$$g_2 = 6g$$

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

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

jawab

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

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

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

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

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 . . .

$$\begin{aligned}\frac{g_2}{g_1} &= \frac{M_2 r_1^2}{M_1 r_2^2} \\ \frac{7,5}{1} &= \frac{M_2}{M} \frac{r_1^2}{(2r_1)^2} \\ 7,5 &= \frac{M_2}{4M} \\ 30M &= M_2\end{aligned}$$

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. 320 N D. 80/3 N  
 B. 320/9 N E. 20 N  
 C. 80 N

**jawab**

Untuk mengerjakan ini, pertama cari berat di planet X  $w_2$ , lalu hitung berapa berat di ketinggian  $2R$  atau  $r = 3R$ . (ingat, menghitung  $r$  adalah dari pusat)

$$\begin{aligned}\frac{w_2}{w_1} &= \frac{M_2 r_1^2}{M_1 r_2^2} \\ \frac{w_2}{1000} &= \frac{18}{1} \frac{1^2}{10^2} \\ w_2 &= 180 \text{ N} \\ \frac{w_3}{w_2} &= \frac{M r_2^2}{M r_3^2} \\ \frac{w_3}{1800} &= \frac{1}{1} \frac{1^2}{3^2} \\ w_3 &= 180 \frac{1}{9} = 20 \text{ N}\end{aligned}$$

7. 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**

$$\frac{w_2}{w_1} = \frac{a}{1} \frac{1^2}{b^2} = \frac{a}{b^2}$$

8. 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**

agar kuat medan menjadi setengah, maka  $g_2 = 1/2$ . Perlu diingat, kuat medan pasti sama-sama dipengaruhi bumi karena tidak berpindah planet

$$\begin{aligned}\frac{g_2}{g_1} &= \frac{M r_1^2}{M r_2^2} \\ \frac{0.5}{1} &= \frac{R^2}{x^2} \\ x^2 &= 2R^2 \\ x &= \sqrt{2}R\end{aligned}$$

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

**jawab**

$r_1 = R$  dan medan gravitasi di ketinggian  $h$  memiliki jarak ke pusat  $r_2 = (R + h)$

$$\begin{aligned}\frac{g_2}{g} &= \frac{M r_1^2}{M r_2^2} \\ g_2 &= \frac{gR^2}{(R+h)^2}\end{aligned}$$

### C. Kecepatan satelit/kecepatan lepas

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

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

$r = R + h$

$g = \text{percepatan pada titik tertentu}$

Energi Potensial  $EP$  dan Potensial  $V$

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

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

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

**jawab**

Gunakan rumus kecepatan lepas satelit  $v_{\text{lepas}} = \sqrt{2gR}$ . Lalu ingat bahwa percepatan gravitasi di planet tertentu bukan  $10 \text{ m/s}^2$ . Jari-jari adalah  $1000 \text{ km} = 10^6 \text{ m}$

$$v_{\text{lepas}} = \sqrt{2gR}$$

$$v_{\text{lepas}} = \sqrt{2 \cdot 8 \cdot 10^6}$$

$$v_{\text{lepas}} = \sqrt{16 \cdot 10^6} = 4 \times 10^3 \text{ m/s} = 4 \text{ km/s}$$

- 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  
 B. 8 km/s  
 C. 16 km/s  
 D. 4 km/s  
 E. 2 km/s

**jawab**

jari-jari bumi adalah  $6,4 \times 10^6 \text{ m}$

$$v_{\text{lepas}} = \sqrt{2gR}$$

$$v_{\text{lepas}} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 6,4 \cdot 10^6}$$

$$v_{\text{lepas}} = \sqrt{128 \cdot 10^6} = 8\sqrt{2} \times 10^3 \text{ m/s} = 8\sqrt{2} \text{ km/s}$$

- Suatu planet memiliki massa  $2 \times 10^{20} \text{ kg}$  dan jari-jari 1000 km. Maka kecepatan untuk meninggalkan planet adalah . . . .

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

**jawab**

kecepatan untuk meninggalkan planet sama dengan kecepatan lepas

$$v_{\text{lepas}} = \sqrt{2 \frac{GM}{R}}$$

$$v_{\text{lepas}} = \sqrt{2 \frac{G \cdot 2 \times 10^{20}}{10^6}}$$

$$v_{\text{lepas}} = \sqrt{4G \times 10^{14}} = 2\sqrt{G} \times 10^7 \text{ m/s}$$

- Pada jarak  $R$  dari pusat bumi kecepatan satelit adalah  $v$ . Apabila satelit berada pada jarak 4 kali lipat maka kecepatan satelit mengorbit adalah . . .

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

**jawab**

Apakah kecepatan satelit di dua titik menggunakan  $v_s = \sqrt{gR}$ ? Perhatikan,  $g$  tidak tetap pada tiap ketinggian. Maka persamaan ini tidak bisa digunakan. **Pada perbandingan satelit, jangan gunakan  $g$ , tapi persamaan dasarnya**

$$v_{\text{satelit}} = \sqrt{\frac{GM}{R}}$$

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{\sqrt{\frac{GM}{R_2}}}{\sqrt{\frac{GM}{R_1}}} = \sqrt{\frac{R_1}{R_2}}$$

$$\frac{v_2}{v} = \sqrt{\frac{1}{4}} = \frac{1}{2}v$$

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

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

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 tahun                      D. 0,5 tahun  
B. 2,25 tahun                      E. 0,25 tahun  
C. 1,5 tahun

jawab

Perlu diketahui bahwa  $T$  bumi adalah 1 tahun mengelilingi matahari, maka

$$\begin{aligned}\left(\frac{T_2}{T_1}\right)^2 &= \left(\frac{R_2}{R_1}\right)^3 \\ \left(\frac{T_2}{1}\right)^2 &= \left(\frac{2,25}{1}\right)^3 \\ \left(\frac{T_2}{1}\right)^2 &= \left(\frac{9}{4}\right)^3 \\ \left(\frac{T_2}{1}\right) &= \left(\frac{9}{4}\right)^{\frac{3}{2}} \\ T_2 &= \left(\frac{3}{2}\right)^{\frac{3}{2}} \\ T_2 &= \frac{27}{8} = 3,375 \text{ tahun}\end{aligned}$$

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 . . .

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

jawab

$$\begin{aligned}\left(\frac{T_2}{T_1}\right)^2 &= \left(\frac{R_2}{R_1}\right)^3 \\ \left(\frac{27}{8}\right)^2 &= \left(\frac{R_A}{44}\right)^3 \\ \left(\frac{27}{8}\right)^{\frac{2}{3}} &= \left(\frac{R_A}{44}\right) \\ \left(\frac{3}{2}\right)^{\frac{2}{3}} &= \left(\frac{R_A}{44}\right) \\ \frac{9}{4} &= \frac{R_A}{44} \\ 99 &= R_A\end{aligned}$$

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

4. 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

$$\begin{aligned}\left(\frac{T_2}{T_1}\right)^2 &= \left(\frac{R_2}{R_1}\right)^3 \\ \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^2 &= \left(\frac{4}{9}\right)^3 \\ \left(\frac{T_2}{T_1}\right) &= \left(\frac{4}{9}\right)^{\frac{3}{2}} \\ \left(\frac{T_2}{T_1}\right) &= \left(\frac{2}{3}\right)^{\frac{3}{2}} \\ \frac{T_2}{T_1} &= \frac{8}{27}\end{aligned}$$