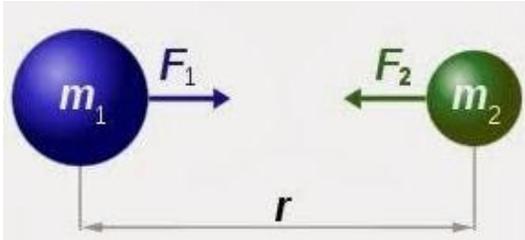


HUKUM GRAVITASI UMUM

Gaya Gravitasi

Setiap partikel dialam semesta ini akan menarik partikel lain dengan gaya yang berbanding lurus dengan hasil kali massa masing-masing partikel dan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak antara partikel-partikel tersebut



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

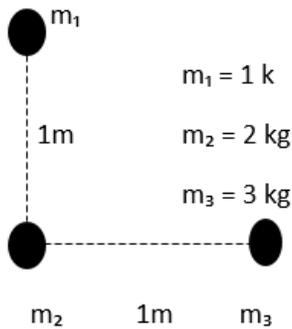
Merupakan besaran vector, yang arahnya menuju ke benda lawannya. $G =$ Konstanta gravitasi $6,67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2\text{kg}^{-2}$

Soal 1

berapakah besar gaya gravitasi yang bekerja pada sebuah pesawat ruang angkasa yang bermassa 2500 kg dan mengorbit bumi dengan jari-jari orbit $13 \times 10^6 \text{ m}$? diketahui massa bumi $5,98 \times 10^{24} \text{ kg}$. ($F=5900\text{N}$)

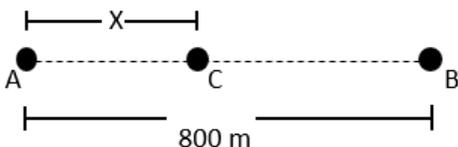
Soal 2

Perhatikan 3 buah massa yang berinteraksi berikut ini. Resultan gaya gravitasi pada m_2 adalah ... (konstanta Cavendish = G).



Soal 3

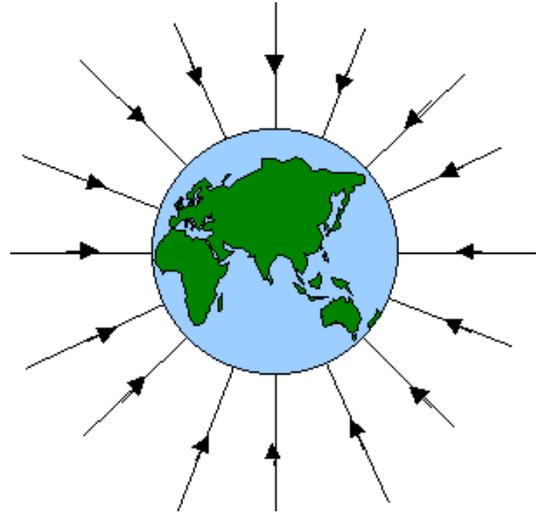
Tiga benda langit terletak satu garis lurus



Bila gaya gravitasi pada benda $m_C = 0$ dan besar massa $m_A = 1/9 m_B$ serta jarak benda A ke B = 800 m. Nilai X adalah ... meter.

Medan gravitasi

Medan gravitasi adalah daerah disekitar benda yang masih terdapat pengaruh gaya tarik dari benda itu.



Besarnya medan gravitasi dinyatakan dengan istilah “Kuat medan Gravitasi” yang menunjukkan besarnya gaya gravitasi tiap satu satuan massa benda ($g = F/m$), besarnya dihitung dengan persamaan

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

Persamaan tersebut sering juga dinyatakan sebagai percepatan gravitasi

Sehingga menurut persamaan tersebut, percepatan gravitasi bisa berubah pada tempat yang berbeda jaraknya dari pusat benda.. percepatan gravitasi juga merupakan besaran vector.

Soal 4

benda berada pada ketinggian tertentu diatas permukaan bumi. Percepatan gravitasi pada ketinggian tersebut sebesar $3/4 g$. Jika R adalah jari-jari bumi dan g adalah percepatan gravitasi di permukaan bumi, ketinggian benda adalah ... (akar 3 = 1,732) ($h=0,15R$)

soal 5

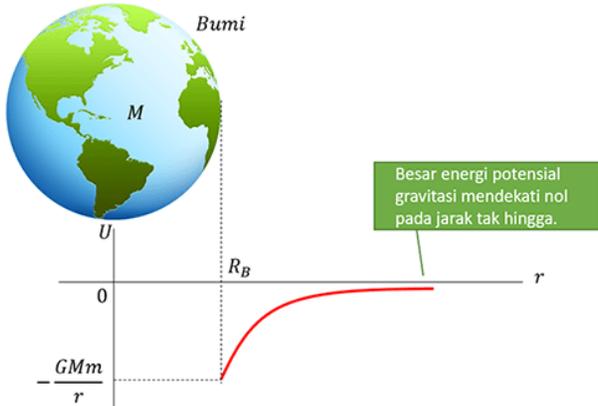
Sebuah benda bermassa m terletak pada ketinggian R diatas permukaan bumi ($R =$ jari-jari bumi). Bila percepatan gravitasi dipermukaan bumi = g , maka besar gaya tarik bumi pada benda tersebut adalah

Soal 6

Planet Q memiliki jari-jari rata-rata 4 kali jari-jari rata-rata bumi. Adapun percepatan gravitasinya $1/4$ kali percepatan gravitasi bumi. Jika massa bumi sebesar m , massa planet Q sebesar ... (4m)

Energi Potensial

Energi potensial gravitasi antara dua benda adalah energi yang dimiliki diantara dua atau lebih benda,



dinyatakan dengan rumus :

$$E_p = -G \frac{Mm}{r}$$

Bukan merupakan besaran vektor,

Soal 7

Sebuah pesawat antariksa bermassa 1 ton akan diluncurkan dari permukaan bumi. Jari-jari bumi $R = 6,38 \cdot 10^6 \text{ m}$ dan massa bumi $5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$. Tentukan energi potensial pesawat saat di permukaan bumi,

Soal 8

Dua buah benda bermassa m dan $3m$ dipisahkan oleh suatu jarak a . Tentukan Energi potensial gravitasi

Potensial Gravitasi

Didefinisikan Energi potensial persatu satuan massa :

$$V_p = \frac{E_p}{m} = \frac{GM}{r}$$

Soal 9

Dua buah benda bermassa m dan $3m$ dipisahkan oleh suatu jarak a . Tentukan potensial gravitasi ditengah tengah antara kedua benda !

Energi total

Benda bermassa m yang mengelilingi bumi dengan massa M , yang bergerak dengan kecepatan v , maka energi total benda tersebut adalah :

$$E_T = E_p + E_k = -G \frac{Mm}{r} + \frac{1}{2}mv^2$$

Kecepatan Lepas

Merupakan kecepatan minimum dimana sebuah benda yang ditembakkan dari permukaan bumi mencapai jarak tak terhingga (tidak kembali).

Kalau benda mencapai titik tak terhingga berarti energi totalnya nol, sehingga :

$$0 = -G \frac{Mm}{r} + \frac{1}{2}mv^2$$

$$v = \sqrt{\frac{2GM}{R}} \quad R \text{ jari-jari}$$

Soal 10

Diketahui jari-jari bumi $6,38 \cdot 10^6 \text{ m}$ dan percepatan gravitasi dipermukaan bumi adalah $9,8 \text{ m/s}^2$. tentukan kecepatan minimum yang dimiliki benda agar benda tersebut dapat lepas dari pengaruh gravitasi bumi ! ($1,1 \cdot 10^4 \text{ m/s}$)

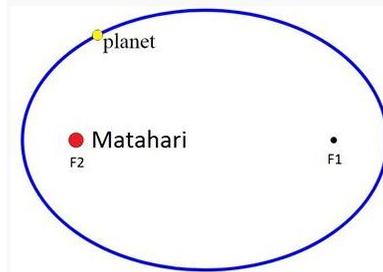
Hubungan Gaya Gravitasi dengan Hukum

III Kepler : $F_g = F_{\text{angular}} \rightarrow \frac{T^2}{R^3} = \text{konstan}$

Menurut persamaan tersebut, makin jauh planet dari matahari kala revolusinya makin lama.

Hukum I Kepler

Lintasan orbit setiap planet ketika mengelilingi matahari berbentuk elips dimana matahari terletak pada salah satu fokusnya.”

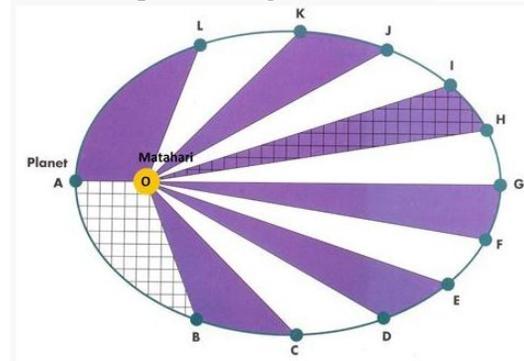


Menurut hukum tersebut, jarak planet ke matahari berbeda setiap saat, titik terdekat bumi ke matahari disebut perihelium, yang merupakan titik awal tahun. Sedangkan jarak terjauhnya disebut aphelium.

Hukum II Kepler

“Garis khayal yang menghubungkan planet dengan matahari mencakup luas daerah yang sama dalam interval waktu yang sama.”

Artinya dari hukum II kepler adalah bahwa ketika planet dekat dengan matahari, maka planet bergerak cepat, sedangkan jika jauh dari matahari, planet bergerak lambat.



Pada lintasan AB planet bergerak cepat, sedangkan pada lintasan FG planet bergerak lambat

Soal 11

Waktu yang diperlukan oleh bumi untuk mengelilingi matahari yaitu 1 tahun dan jarak rata-rata antara bumi dengan pusat tata surya nya yaitu $1,5 \times 10^{11}$ m. Bila diketahui ternyata periode orbit planet venus adalah 0,615 tahun, berapa jarak antara matahari dengan venus? ($1,084 \times 10^{11}$ m)

Kecepatan gerak Satelit :

Kecepatan gerak satelit dalam mengelilingi bumi, dan bumi dianggap diam, gaya sentripetal satelit F_s berasal dari gaya gravitasi satelit.

$$F_s = F_g$$

$$m \frac{v^2}{R'} = mG \frac{M}{R'^2}$$

$$v^2 = G \frac{M}{R'}$$

$$v = \sqrt{G \frac{M}{R'}}$$

R' dimaksud adalah $R+h$, dimana h adalah tinggi satelit dari permukaan bumi, sedangkan R adalah jari jari bumi, sehingga persamaan terakhir adalah:

$$v = \sqrt{G \frac{M}{(R+h)}}$$

Soal 12

Sebuah planet dengan jadi-jari orbit terhadap matahari sebesar R memiliki kecepatan sebesar v . Planet B memiliki kecepatan mengorbit Matahari sebesar $2v$. Tentukan jari-jari orbit planet B, nyatakan dalam R ! ($R_2=1/4R$)

Soal-soal:

2. Perbandingan antara massa gravitasi dengan massa inersia adalah...
 - A. 0,5
 - B. 1
 - C. 2
 - D. 5
 - E. tidak ada angka yang pasti

3. Sebuah satelit mengorbit pada bumi dengan ketinggian h terhadap permukaan bumi. Kecepatan satelit adalah...
 - A. $\frac{gR^2}{R+h}$
 - B. gR
 - C. $\frac{gR}{R+h}$
 - D. $\sqrt{\frac{gR^2}{R+h}}$
 - E. $\sqrt{\frac{gR}{R+h}}$

4. Berdasarkan soal 3 di atas, maka periode orbitnya adalah...
 - A. $2\pi\sqrt{\left(\frac{GM}{R^2}\right)}$
 - B. $2\pi\sqrt{\left(\frac{(G+h)^3}{GM}\right)}$
 - C. $2\pi\sqrt{\left(\frac{R^3}{GM}\right)}$
 - D. $\frac{2\pi}{\sqrt{GMR^3}}$
 - E. $2\pi\sqrt{\left(\frac{GM}{(G+h)^3}\right)}$

5. Faktor x dan y merupakan dua titik yang masing-masing berjarak r dan $2r$ dari pusat bumi, di mana r lebih besar dari jari-jari bumi. Potensial gravitasi di titik x adalah -800 kJ/kg. Jika benda bermassa 1 kg dibawa dari titik x ke Y , maka usaha yang diperlukan adalah...
 - A. -400 kJ
 - B. -200 kJ
 - C. $+200$ kJ
 - D. $+400$ kJ
 - E. $+800$ kJ

6. Sebuah benda bergerak dari keadaan diam pada sebuah titik berjarak R_0 dari pusat bumi. Kecepatan benda saat mencapai permukaan bumi adalah (R = jari-jari bumi)
 - A. $2GM\left(\frac{1}{R} - \frac{1}{R_0}\right)$
 - B. $\sqrt{2GM\left(\frac{1}{R} - \frac{1}{R_0}\right)}$
 - C. $GM\left(\frac{1}{R} - \frac{1}{R_0}\right)$
 - D. $2GM\sqrt{\left(\frac{1}{R} - \frac{1}{R_0}\right)}$
 - E. $\sqrt{GM\left(\frac{1}{R} - \frac{1}{R_0}\right)}$

7. Kecepatan lepas sebuah benda yang dilemparkan vertikal ke atas dari permukaan bumi adalah $11,2$ km/s. Jika sebuah benda dilemparkan ke suatu arah yang membentuk sudut 45° terhadap vertikal, maka kecepatan lepas akan menjadi
 - A. $\frac{11,2}{\sqrt{2}}$ km/s
 - B. $11,2\sqrt{2}$ km/s
 - C. $11,2 \times 2$ km/s
 - D. $11,2$ km/s
 - E. $\frac{11,2}{2}$ km/s

8. Pada ketinggian h dari permukaan bulan, kuat medan gravitasi sama dengan $\frac{1}{2}$ kuat medan di permukaan bumi. Jika diameter bulan adalah D , maka h adalah
 - A. $\frac{1}{2}D(\sqrt{2}-1)$
 - B. $\frac{1}{2}D(\sqrt{2}+1)$
 - C. $D(\sqrt{2}-1)$
 - D. $D(\sqrt{2}+1)$
 - E. $\frac{1}{2}D(\sqrt{2})$

9. Suatu titik di atas permukaan bumi memiliki potensial gravitasi $-5,12 \times 10^7$ J/kg. Jika massa bumi 6×10^{24} kg, maka percepatan gravitasi bumi pada titik tersebut adalah
 - A. 2 m/s²
 - B. 4 m/s²
 - C. 6 m/s²
 - D. 8 m/s²
 - E. 10 m/s²

10. Berdasarkan soal nomor 9, energi potensial satelit bermassa 1000 kg di titik tersebut adalah....
- A. $-5,12 \times 10^2$ J C. $-5,12 \times 10^4$ J E. $-5,12 \times 10^6$ J
 B. $-5,12 \times 10^3$ J D. $-5,12 \times 10^5$ J
11. Dua buah benda bermassa 2 kg dan 3 kg, terpisah satu sama lain sejauh 25 cm. Jika konstanta gravitasi $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$, maka besar gaya gravitasi antara dua benda tersebut adalah
- A. $6,4 \times 10^{-9}$ N C. $6,4 \times 10^{-11}$ N E. $6,4 \times 10^{-13}$ N
 B. $6,4 \times 10^{-10}$ N D. $6,4 \times 10^{-12}$ N
12. Dua buah benda A dan B memiliki massa masing-masing 16 kg dan 25 kg. Benda A terletak pada titik (0,0) dan benda B pada titik (9,0) dari sumbu koordinat. Sebuah benda C bermassa 12 kg diletakkan antara titik A dan B sedemikian rupa sehingga gaya tarik gravitasi di C sama dengan nol. Jika tetapan gravitasi $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$, maka koordinat titik C adalah ...meter.
- A. (2, 0) C. (4, 0) E. (6, 0)
 B. (3, 0) D. (5, 0)
13. Planet Mars mempunyai massa sebesar 0,1 kali massa Bumi dan diameternya 0,5 kali diameter Bumi. Jika percepatan gravitasi di Bumi $9,8 \text{ m/s}^2$, maka percepatan gravitasi di planet Mars adalah
- A. $1,96 \text{ m/s}^2$ C. $4,6 \text{ m/s}^2$ E. $9,8 \text{ m/s}^2$
 B. $3,92 \text{ m/s}^2$ D. $4,9 \text{ m/s}^2$
14. Dua satelit berada pada jarak R dan $7R$ dari permukaan bumi. Kedua satelit tersebut mempunyai perbandingan:
1. energi potensial = 4 3. energi total = 4
 2. energi kinetik = 4 4. potensial dan energi kineti = 2
- Pernyataan di atas yang benar adalah
- A. 1, 2, dan 3 C. 2 dan 4 E. semua benar
 B. 1 dan 3 D. 4 saja
15. Kecepatan lepas partikel dari bumi adalah v . Jika sebuah planet mempunyai massa dan jari-jari dua kali dari bumi, maka kecepatan lepas planet tersebut adalah
- A. $0,25v$ C. v E. $4v$
 B. $0,5v$ D. $2v$
16. Pada titik sudut sebuah segitiga sama sisi dengan panjang sisi 20 cm ditempatkan beberapa benda masing-masing bermassa 2 kg, 3 kg, dan 4 kg. Jika konstanta gravitasi $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$, maka resultan gaya gravitasi yang bekerja pada benda bermassa 3 kg adalah
- A. $4,15 \times 10^{-8}$ N C. $3,10 \times 10^{-8}$ N E. $2,25 \times 10^{-8}$ N
 B. $3,25 \times 10^{-8}$ N D. $2,65 \times 10^{-8}$ N
17. Percepatan gravitasi titik di permukaan bumi adalah $9,8 \text{ m/s}^2$. Jika jari-jari bumi = 6400 km, maka massa jenis bumi adalah
- A. $4,50 \text{ g/cm}^3$ C. $5,40 \text{ g/cm}^3$ E. $5,48 \text{ g/cm}^3$
 B. $4,75 \text{ g/cm}^3$ D. $5,45 \text{ g/cm}^3$
18. Sebuah pesawat antariksa bermassa 4 ton mengorbit pada ketinggian satu kali jari-jari bumi dari permukaan bumi. Jika percepatan gravitasi bumi = $9,8 \text{ m/s}^2$, maka berat pesawat antariksa pada ketinggian R dari permukaan bumi adalah

