

04 Gaya dan Gerak



Konsep Gaya

- ❖ Sebuah obyek mempunyai percepatan jika total gaya yang bekerja tidak sama dengan nol.
- ❖ Total gaya yang bekerja pada sebuah obyek adalah jumlah vektor dari seluruh gaya yang bekerja pada obyek tersebut.
- ❖ Jika gaya total yang dikenai pada sebuah obyek adalah nol, maka akselerasi dari obyek adalah nol dan kecepatannya konstan.

Hukum I Newton



Isaac Newton,
English physicist and
mathematician
(1642–1727)

Isaac Newton was one of the most brilliant scientists in history. Before the age of 30, he formulated the basic concepts and laws of mechanics, discovered the law of universal gravitation, and invented the mathematical methods of calculus. As a consequence of his theories, Newton was able to explain the motions of the planets, the ebb and flow of the tides, and many special features of the motions of the Moon and the Earth. He also interpreted many fundamental observations concerning the nature of light. His contributions to physical theories dominated scientific thought for two centuries and remain important today.
(Giraudon/Art Resource)

- Jika tidak ada gaya yang bekerja pada suatu obyek, kecepatan obyek tidak dapat berubah, sehingga obyek tidak mengalami akselerasi (percepatan)
- Jika total gaya yang bekerja sama dengan nol ($\sum F=0$), Kecepatan obyek tidak berubah sehingga tidak ada akselerasi

Massa

- Untuk menggambarkan massa secara kuantitas, kita mulai dengan membandingkan percepatan (akselerasi) gaya yang diberikan pada sebuah obyek yang berbeda. Sebuah gaya pada obyek dengan massa m_1 menghasilkan percepatan a_1 , dan gaya yang sama diberikan pada obyek dengan massa m_2 menghasilkan percepatan a_2 . Rasio 2 massa didefinisikan sebagai rasio kebalikan :

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{a_2}{a_1}$$

- Massa dan berat adalah kuantitas yang berbeda. Berat obyek dipengaruhi oleh gaya gravitasi yang dikenai pada obyek dan bervariasi tergantung lokasi.

Hukum II Newton

Jumlah total gaya pada sebuah obyek sama dengan hasil massa dan percepatannya.

$$\sum \mathbf{F} = m\mathbf{a}$$

$$\sum F_x = ma_x \quad \sum F_y = ma_y \quad \sum F_z = ma_z$$

Satuan Gaya

$$1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m}/\text{s}^2$$

Units of Mass, Acceleration, and Force^a

System of Units	Mass	Acceleration	Force
SI	kg	m/s^2	$\text{N} = \text{kg} \cdot \text{m}/\text{s}^2$
U.S. customary	slug	ft/s^2	$\text{lb} = \text{slug} \cdot \text{ft}/\text{s}^2$

^a $1 \text{ N} = 0.225 \text{ lb}$.

In the U.S. customary system, the unit of force is the **pound**, which is defined as the force that, when acting on a 1-slug mass,² produces an acceleration of $1 \text{ ft}/\text{s}^2$:

$$1 \text{ lb} = 1 \text{ slug} \cdot \text{ft}/\text{s}^2 \quad (5.5)$$

Gaya gravitasi dan Berat

Gaya tarik yang dikenai oleh bumi pada sebuah obyek disebut gaya gravitasi F_g .

Sebuah obyek jatuh bebas mengalami percepatan g ke pusat bumi. Sesuai dengan Hukum II Newton $\sum F = ma$, untuk obyek jatuh bebas massa = m , dengan $a = g$ dan $\sum F = F_g$

$$F_g = mg$$

Hukum III Newton

Jika 2 obyek berinteraksi,, Gaya F_{12} diberikan oleh obyek 1 terhadap obyek 2 sama dengan gaya F_{21} yang diberikan oleh obyek 2 terhadap obyek 1 dengan arah yang berlawanan :

$$\mathbf{F}_{12} = -\mathbf{F}_{21}$$

Gaya Friksi

Ketika sebuah obyek bergerak pada permukaan atau medium viskous seperti udara atau air, ada hambatan terhadap gerak yang menyebabkan obyek berinteraksi dengan lingkungan. Hambatan tersebut disebut friksi (gesekan)

Soal

Sebuah gaya F dikenakan pada sebuah obyek dengan massa m_1 menghasilkan percepatan 3.00 m/detik^2 . Gaya yang sama dikenakan juga pada obyek kedua dengan massa m_2 menghasilkan percepatan 1.00 m/detik^2 .

(a) Berapa nilai rasio m_1/m_2 ?

(b) Jika m_1 dan m_2 digabungkan, tentukan percepatan yang dihasilkan oleh gaya F .

For the same force F , acting on different masses

$$F = m_1 a_1$$

and

$$F = m_2 a_2$$

$$(a) \quad \frac{m_1}{m_2} = \frac{a_2}{a_1} = \boxed{\frac{1}{3}}$$

$$(b) \quad F = (m_1 + m_2)a = 4m_1 a = m_1(3.00 \text{ m/s}^2)$$

$$a = \boxed{0.750 \text{ m/s}^2}$$

Soal

Sebuah obyek 3.00-kg bergerak dengan percepatan $a = (2.00i + 5.00j)$ m/detik². Tentukan resultan gaya yang bekerjanya dan total resultan gaya.


$$m = 3.00 \text{ kg}$$

$$\mathbf{a} = (2.00\hat{i} + 5.00\hat{j}) \text{ m/s}^2$$

$$\sum \mathbf{F} = m\mathbf{a} = \boxed{(6.00\hat{i} + 15.0\hat{j}) \text{ N}}$$

$$|\sum \mathbf{F}| = \sqrt{(6.00)^2 + (15.0)^2} \text{ N} = \boxed{16.2 \text{ N}}$$

Soal

Kecepatan rata-rata molekul nitrogen di udara adalah sekitar 6.70×10^2 m/detik, dan massanya 4.68×10^{-26} kg.

- (a) Jika membutuhkan 3.00×10^{-13} detik untuk molekul nitrogen untuk menabrak dinding dan kembali dengan kecepatan sama tetapi arah yang berlawanan, berapa percepatan rata-rata molekul selama interval tersebut.
- (b) Berapa gaya rata-rata molekul terhadap dinding?

- (a) Let the x -axis be in the original direction of the molecule's motion.

$$v_f = v_i + at: \quad -670 \text{ m/s} = 670 \text{ m/s} + a(3.00 \times 10^{-13} \text{ s})$$

$$a = \boxed{-4.47 \times 10^{15} \text{ m/s}^2}$$

- (b) For the molecule, $\sum \mathbf{F} = m\mathbf{a}$. Its weight is negligible.

$$\mathbf{F}_{\text{wall on molecule}} = 4.68 \times 10^{-26} \text{ kg}(-4.47 \times 10^{15} \text{ m/s}^2) = -2.09 \times 10^{-10} \text{ N}$$

$$\bar{\mathbf{F}}_{\text{molecule on wall}} = \boxed{+2.09 \times 10^{-10} \text{ N}}$$

Soal

Sebuah elektron mempunyai massa 9.11×10^{-31} kg dengan kecepatan awal 3.00×10^5 m/detik. Jika perjalanan elektron adalah garis lurus dan kecepatannya meningkat menjadi 7.00×10^5 m/detik dalam jarak 5.00 cm.

Dengan asumsi percepatannya konstan,

- Tentukan gaya yang mengenai elektron
- Bandingkan dengan berat elektron yang kita abaikan

(a) $\sum F = ma$ and $v_f^2 = v_i^2 + 2ax_f$ or $a = \frac{v_f^2 - v_i^2}{2x_f}$.

Therefore,

$$\sum F = m \frac{(v_f^2 - v_i^2)}{2x_f}$$

$$\sum F = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg} \frac{\left[(7.00 \times 10^5 \text{ m/s}^2)^2 - (3.00 \times 10^5 \text{ m/s}^2)^2 \right]}{2(0.0500 \text{ m})} = \boxed{3.64 \times 10^{-18} \text{ N}}.$$

(b) The weight of the electron is

$$F_g = mg = (9.11 \times 10^{-31} \text{ kg})(9.80 \text{ m/s}^2) = 8.93 \times 10^{-30} \text{ N}$$

The accelerating force is $\boxed{4.08 \times 10^{11}}$ times the weight of the electron.