

21. Berikut ini adalah persamaan kinematik untuk GLBB.

Persamaan	Keterangan
$v_{xf} = v_{xi} + a_x t$	kecepatan sebagai fungsi waktu
$x_f = x_i + \frac{1}{2}(v_{xi} + v_{xf}) t$	posisi sebagai fungsi kecepatan dan waktu
$x_f = x_i + v_{xi} t + \frac{1}{2} a_x t^2$	posisi sebagai fungsi waktu
$v_{xf}^2 = v_{xi}^2 + 2 a_x (x_f - x_i)$	kecepatan sebagai fungsi posisi

- Catatan :
- Gerakan sepanjang garis lurus.
 - v_{xf} adalah kecepatan final di sumbu x
 - v_{xi} adalah kecepatan awal di sumbu x
 - a_x = percepatan konstan
 - x_f = posisi akhir
 - x_i = posisi awal

Persamaan pertama mengandung variabel $x_f - x_i$, persamaan kedua mengandung a_x ; persamaan ketiga menghilangkan v_{xf} dan yang terakhir tidak mengandung t . Oleh karena itu, untuk melengkapi tabel persamaan itu, harus ada persamaan ke-5, dan persamaan itu tidak mengandung variabel v_{xi} .

Turunkanlah persamaan yg dimaksud itu dgn bantuan persamaan yang lain. Gunakanlah persamaan yg diperoleh tadi untuk menyelesaikan soal no. 20 dalam satu langkah kerja saja.

22. Sebuah roket bergerak dengan kecepatan 632 mil/jam, dan menghabiskan waktu 1,40 detik. Tentukanlah (a) percepatan negatif yang dialami roket seandainya kecepatan akhir sama dengan nol. (b) Jarak yang ditempuh selama mengalami percepatan negatif itu.

23. Dalam sebuah jalan lurus, sebuah truk bergerak dari keadaan diam, kemudian dipercepat $2,00 \text{ m/s}^2$ sampai kecepatan $20,0 \text{ m/s}$. Lalu truk itu bergerak dengan kecepatan konstan selama 20,0 detik hingga mulai pengereman dilakukan agar mulai berhenti 5,00 detik kemudian. (a) Berapakah lintasan (jarak) yang ditempuh? (b) Berapakah kecepatan rata-rata dari truk itu?

24. Pada sebuah pemercepat linear yang panjangnya 100 m, sebuah partikel dipercepat mencapai 1,00% dari kecepatan cahaya dalam 40,0 meter pertama dari keadaan diam. Kemudian bergerak konstan selama 60,0 meter berikutnya. (a) Berapakah percepatan ~~ete~~ partikel selama 40,0 meter pertama? (b) Berapakah total waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan 100 m lintasan itu?

25. Perhatikan Gambar 5, kurva percepatan terhadap waktu dari sebuah pengendara motor yang bergerak dari keadaan diam, lalu dipercepat dari $t=0$ sampai $t=t_m$, dan mencapai kecepatan sesaat pada nilai $v_f = v_c$ saat $t=t_0$. (a) Berapakah percepatan a_m ? Nyatakan dalam v_c dan t_0 ! (b) Tunjukkanlah bahwa perpindahan Δx dari pengendara motor itu dalam selang waktu Δt_0 diberikan oleh persamaan $\Delta x = v_c(t_0 - 0,5t_m)$. Untuk nilai-nilai tertentu dari v_c dan t_0 , (c) berapakah perpindahan maksimum si pengendara itu? (d) berapakah perpindahan minimumnya? (e) Secara fisis, apakah perpindahan maksimum dan minimum itu dapat dipertahankan?

26. Sebuah pesawat layang dalam sebuah lintasan udara membawa sebuah bendera yang panjangnya l melewati sebuah gerbang-sensor (photogate) yang tetap di posisinya. Sensor itu mengukur interval waktu Δt_d selama pesawat itu mencapai berkas cahaya inframerah dari si sensor (photogate). Rasio $v_d = l/\Delta t_d$ adalah kecepatan rata-ratanya selama gerakan tsb. Asumsikan pesawat itu bergerak dengan percepatan konstan. (a) Setuju atau tidak setujuakah Anda dgn ide bahwa v_d sama dengan kecepatan sesaat pesawat itu ketika berada pada $\frac{1}{2}$ panjang lintasan terhadap sensor (photogate) dalam ruang? Bagaimana dgn ide bahwa v_d itu sama dgn kecepatan sesaat pesawat ketika berada pada $\frac{1}{2}$ panjang lintasan terhadap sensor (photogate) dalam waktu? Setuju atau tidak setujuakah Anda?

21. Gunakan 2 dari 4 persamaan standar, yaitu

$$v_{xf} = v_{xi} + a_x t$$

$$x_f - x_i = \frac{1}{2} (v_{xi} + v_{xf}) t$$

Substitusi $v_{xi} = v_{xf} - a_x t$ ke persamaan $x_f - x_i = \frac{1}{2} (v_{xi} + v_{xf}) t$,
menjadi

$$x_f - x_i = \frac{1}{2} (v_{xf} - a_x t + v_{xf}) t$$

$$x_f - x_i = v_{xf} t - \frac{1}{2} a_x t^2$$

Kembali ke soal 20, $62,4 \text{ m} = v_{xf} (4,20 \text{ s}) - \frac{1}{2} (-5,60 \text{ m/s}^2) (4,20 \text{ s})^2$

$$v_{xf} = \frac{62,4 \text{ m} - 49,4 \text{ m}}{4,20 \text{ s}} = 3,10 \text{ m/s}$$

22. (a) $a = \frac{v_f - v_i}{t} = \frac{632 \left(\frac{5280}{3600} \right)}{1,40} = -6,62 \times 10^2 \text{ kaki/s}^2 = -202 \text{ m/s}^2$

(b) $x_f = v_i t + \frac{1}{2} a t^2 = (632) \left(\frac{5280}{3600} \right) (1,40) - \frac{1}{2} (662) (1,40)^2 = 649 \text{ kaki}$

23. (a) Waktu yang diperlukan untuk mencapai kecepatan $20,0 \text{ m/s}$ ditentukan dari persamaan $v_f = v_i + at$, yaitu

$$t = \frac{v_f - v_i}{a} = \frac{20,0 \text{ m/s} - 0 \text{ m/s}}{2,00 \text{ m/s}^2} = 10,0 \text{ s}$$

waktu total adalah : $10,0 \text{ s} + 20,0 \text{ s} + 5,00 \text{ s} = 35,0 \text{ s}$.

(b) Kecepatan rata-rata adalah jarak total dibagi waktu total. Dalam 10 detik pertama, jarak yang ditempuh adalah

$$x_1 = \bar{v} t = \left(\frac{0 + 20,0}{2} \right) (10,0) = 100 \text{ m}$$

Dengan a menjadi nol dalam interval ini, jarak yang ditempuh selama 20 detik kemudian :

$$x_2 = v_i t + \frac{1}{2} a t^2 = (20,0)(20,0) + 0 = 400 \text{ m}$$

5 detik terakhir : $x_3 = \bar{v} t = \left(\frac{20,0 + 0}{2} \right) (5,00) = 50,0 \text{ m}$.

Jarak total $x = x_1 + x_2 + x_3 = 100 + 400 + 50 = 550 \text{ m}$, dan kecepatan rata-rata ditentukan oleh $\bar{v} = \frac{x}{t} = \frac{550}{35,0} = 15,7 \text{ m/s}$

$$24. (a) \quad v_{xf}^2 = v_{xi}^2 + 2a_x(x_f - x_i) : \left[0,01 (3 \times 10^8 \text{ m/s})\right]^2 = 0 + 2a_x (40\text{m})$$

$$a_x = \frac{(3 \times 10^6 \text{ m/s})^2}{80 \text{ m}} = 1,12 \times 10^{11} \text{ m/s}^2$$

(b) Waktu untuk percepatan, t_1 , dan untuk perlambatan meluncur, t_2 :

$$x_f - x_i = \frac{1}{2} (v_{xf} + v_{xi}) t_1 : 40\text{m} = \frac{1}{2} (3 \times 10^6 \text{ m/s} + 0) t_1$$

$$t_1 = 2,67 \times 10^{-5} \text{ s}$$

$$x_f - x_i = \frac{1}{2} (v_{xf} + v_{xi}) t_2 : 60\text{m} = \frac{1}{2} (3 \times 10^6 \text{ m/s} + 3 \times 10^6 \text{ m/s}) t_2$$

$$t_2 = 2,00 \times 10^{-5} \text{ sekon}$$

Waktu total : $t_1 + t_2 = 4,67 \times 10^{-5} \text{ sekon}$.

25. (a) Misalkan, $i=0$ dan $f = t_m$. Relasi $v_{xf} = v_{xi} + a_x t$ memberikan

$$v_c = 0 + a_m t_m$$

$$\Rightarrow a_m = \frac{v_c}{t_m}$$

(b) Perpindahan antara 0 dan t_m adalah

$$x_f - x_i = v_{xi} t + \frac{1}{2} a_x t^2 = 0 + \frac{1}{2} \frac{v_c}{t_m} t_m^2 = \frac{1}{2} v_c t_m$$

Perpindahan antara t_0 dan t_m adalah

$$x_f - x_i = v_{xi} t + \frac{1}{2} a_x t^2 = v_c (t_0 - t_m) + 0$$

Perpindahan total adalah

$$\Delta x = \frac{1}{2} v_c t_m + v_c t_0 - v_c t_m = v_c (t_0 - \frac{1}{2} t_m)$$

(c) Untuk v_c dan t_0 konstan, Δx diminimalisasi dengan memaksimalkan t_m menjadi $t_m = t_0$. Sehingga $\Delta x_{\min} = v_c (t_0 - \frac{1}{2} t_0) = \frac{v_c t_0}{2}$

(d) Kita memaksimalkan Δx dengan menganggap t_m mendekati nol.

$$\Delta x = v_c (t_0 - 0) = v_c t_0$$

(e) Hal ini tidak dapat dicapai karena percepatan haruslah bersifat terbatas.

26. Misalkan, peluncur memasuki photogate dengan kecepatan v_i dan bergerak dengan percepatan konstan a . Dari gerakan masuk sampai keluar :

$$x_f = x_i + v_{xi} t + \frac{1}{2} a_x t^2$$

$$l = 0 + v_i \Delta t_d + \frac{1}{2} a \Delta t_d^2 = v_d \Delta t_d$$

$$v_d = v_i + \frac{1}{2} a \Delta t_d$$

- (a) Kecepatan setengah-lintasan melalui photogate ditentukan oleh

$$v_{hs}^2 = v_i^2 + 2a\left(\frac{l}{2}\right) = v_i^2 + a v_d \Delta t_d$$

$$v_{hs} = \sqrt{v_i^2 + a v_d \Delta t_d} \text{ dan ini tidak sama dengan } v_d \text{ kecuali}$$

jika $a = 0$

- (b) Kelajuan setengah-lintasan melalui photogate ditentukan oleh

$$v_{hl} = v_i + a\left(\frac{\Delta t_d}{2}\right) \text{ dan ini sama dengan } v_d \text{ sebagaimana}$$

telah diperoleh sebelumnya.

27. (a) Titik awal dan akhir berturut-turut adalah puncak dan dasar bidang miring itu. Jika si bola mulai bergerak dari keadaan diam,

$$v_i = 0, a = 0,500 \text{ m/s}^2, x_f = x_i + 9,00 \text{ m}$$

Maka

$$v_f^2 = v_i^2 + 2a(x_i - x_f) = 0^2 + 2(0,500 \text{ m/s}^2)(9,00 \text{ m})$$

$$v_f = 3,00 \text{ m/s}$$

(b) $x_f - x_i = v_i t + \frac{1}{2} a t^2$

$$9,00 = 0 + \frac{1}{2} (0,500 \text{ m/s}^2) t^2$$

$$t = 6,00 \text{ s.}$$

- (c) Misalkan, titik-titik awal dan akhir berada pada dasar bidang dan puncak dari bidang kedua berturut-turut.

$$v_i = 3,00 \text{ m/s}, v_f = 0, x_f - x_i = 15,00 \text{ m}$$