Solusi Tutorial 1 Fisika Dasar IA ITB oleh : Wawan K

A. PERTANYAAN

① untuk menjawab pertanyaan no 1, kita perhatikan grafik.

a) pada saat awal $(t=0)$ partikel berada pada titik V (negatif).

Sehingga arah geraknya ke sumbu x negatif.

b) pada saat akhir $(t=\infty)$ partikel berada pada titik V positif.

Sehingga arah geraknya ke sumbu x positif

c) berhenti sesaat artinya $V=0$. Pada grafik kita lihat $V=0$ terjadi satu kali.

Sehingga partikel sempat berhenti sesaat.

d) percepatan $= \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{dV}{dt} =$ turunan V terhadap t

$\vec{a}$ = gradien kurva / kemiringan garis V-t

Jadi, gradien garis adalah positif, sehingga percepatan partikel bernilai positif

e) percepatan merupakan turunan ~~terhadap kecepatan dalam waktu~~

→ turunan kecepatan terhadap waktu

$$a = \frac{dV}{dt}$$

Pada grafik, kita ketahui persamaan garis linear. (pangkat satu)

misalkan $V = 2t - 4$

maka : $a = \frac{dV}{dt} = 2$

Jadi, percepatan partikel bernilai konstan seiring waktu.

(2) a) pada saat $t=0$ posisi partikel berada pada x negatif (lihat grafik).

b) kecepatan $= \frac{dx}{dt}$ = turunan x terhadap t

$\vec{V}$ = kemiringan kurva/garis

pada saat $t=1s$, kemiringan garis bernilai positif. Sehingga kecepatan bernilai positif.

c) pada saat $t=2s$, kemiringan garis bernilai nol (datar), sehingga kecepatan bernilai nol.

d) Pada saat $t=3s$. kemiringan garis bernilai negatif, sehingga kecepatan bernilai negatif.

e) Saat $t=2s$, Kecepatan bernilai nol (berhenti sesaat), dan nilai V berubah

- pada $t=0$ ke $t=2s$ positif,
- pada $t=2s$ ke $t>2s$ $V \rightarrow$ negatif.

Sehingga pada $t=2s$, partikel berbalik arah.

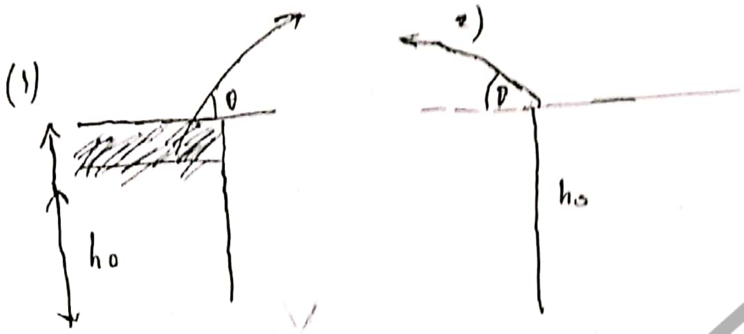
(3) a) kelajuan awal dapat kita tulis,

$$V_0 = \sqrt{V_{0x}^2 + V_{0y}^2}$$

$$\left.\begin{array}{ll} \text{(i)} & V_0 = \sqrt{(20)^2 + (70)^2} \\ \text{(ii)} & V_0 = \sqrt{(-20)^2 + (70)^2} \\ \text{(iii)} & V_0 = \sqrt{(20)^2 + (-70)^2} \\ \text{(iv)} & V_0 = \sqrt{(-20)^2 + (-70)^2} \end{array}\right\} \text{keempatnya bernilai sama.}$$

③ b) durasi perjalanan dari awal sampai menyentuh tanah

·) urutannya : 1 dan 2 sama (bola di lempar ke atas), kemudian 3 dan 4 sama (bola dilempar ke bawah menuju tanah).



Penjelasan : ·) untuk (1) dan (2) bola akan bergerak secara parabola. dengan arah keatas pada awal pelemparan, pada gerak awal menuju puncak benda mengalami perlambatan, dan dari puncak menuju tanah mengalami ~~perlambata~~ percepatan.

·) untuk (3) dan (4) bola akan bergerak secara dipercepat, karena V (kebawah) dan $a = -g$ (kebawah

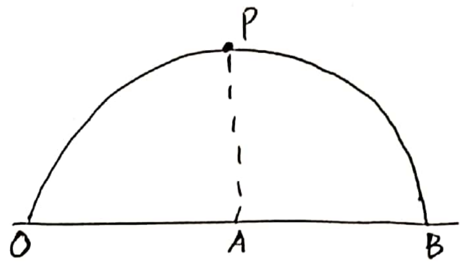
↓

V_{oy} (−)

Sehingga waktu (1) dan (2) > waktu (3) dan (4)

(4) Kelajuan peluru tiap saat dapat kita tulis

$$V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2}$$



$V_x = V_{0x}$ = sama di tiap titik pada lintasan

- untuk daerah $O \rightarrow A \rightarrow V_y$ akan bernilai positif, dan $V_y^2 \rightarrow$ ada nilainya
- untuk daerah $A \rightarrow B \rightarrow V_y$ akan bernilai negatif dan $V_y^2 \rightarrow$ ada nilainya
- Pada titik tertinggi (titik P), $V_y = 0$ $\rightarrow$ Nilai $V_y^2 = 0$

Jadi, kelajuan minimum peluru adalah pada ketinggian maksimum,

yakni $|V| = \sqrt{V_x^2 + 0} = |V_x|$

(5) Percepatan pada lintasan melengkung adalah percepatan sentripetal.

Besar percepatan sentripetal $= \dfrac{|V|^2}{R}$

$$a_{sp} \sim \frac{1}{R}$$

karena $|V|_1 = |V_2| = |V_3| = |V_4|$

$$R_2 < R_1 = R_4 < R_3$$

Jadi, urutan besar percepatannya adalah

2, kemudian 1 dan 4 sama, kemudian 3

B. SOAL

oleh: Wawan K

① posisi dari tiap mobil sebagai fungsi waktu adalah :

• mobil merah

$$x_r(t) = x_{r0} + \frac{1}{2}a_r t^2 = (-35\ m) + \frac{1}{2}a_r t^2 \quad (GLBB)$$

•) mobil hijau

$$x_g(t) = x_{g0} + V_g t = (270m) - (20\ m/s)t \quad (GLB)$$

pada mobil hijau kita telah mensubstitusikan kecepatan bukan kelajuan,

$\vec{V} = -20\ m/s\ \hat{i}$ (arah negatif x).

•) kedua mobil saling bertemu (berpapasan) pada $t = 12s$, ketika kedua grafik saling bertemu. (saling bersilang).

maka : x mobil merah : $(-35\ m) + \frac{1}{2}a_r(12)^2 = x_{mobil\ hijau}$

x mobil hijau : $(270\ m) - (20\ m/s)(12s) = 30m$

•) Saat bertemu kedua posisi mobil adalah sama. sehingga

$$x_{merah} = x_{hijau}$$

$$-35 + \frac{1}{2}a_r(12)^2 = 30$$

$$|a_r| = 0{,}90\ m/s^2$$

(2) Perpindahan (Δx) untuk tiap kereta adalah luas grafik ($v - t$)

karena perpindahan adalah Integral dari kecepatan.

$$x - x_0 = \int v \, dt$$

$$\Delta x = \int v dt$$

- Tiap luas adalah segitiga, dengan $L = \frac{1}{2}$ alas x tinggi
- Jadi nilai mutlak dari perpindahan.
  - kereta 1 : $|\Delta x_1| = \frac{1}{2}(40 \text{ m/s})(5s) = 100 m$
  - kereta 2 : $|\Delta x_2| = \frac{1}{2}(30 \text{ m/s})(4s) = 60 m$
- Pada mulanya keduanya terpisah sejauh 200 m. perhitungan nilai mutlak perpindahan adalah 160 m.

Sehingga jarak antar keduanya ketika keduanya telah berhenti bergerak adalah

$$|x| = 200 - 160 = 40 \text{ m}$$

(3) a) ~~kajus~~ Kecepatan rata-rata selama 3 s pertama, adalah :

$$V_{avg} = \frac{x(3) - x(0)}{\Delta t} = \frac{(50(3) - (10)(3)^2) - 0}{3} = 80 \text{ m/s}$$

$$\bar{V} = 80 \text{ m/s } \hat{i}$$

b) kecepatan sesaat : $V = \frac{dx}{dt} = 50 + 20t$

Saat $t = 3s$, $\vec{V} = 50 + 20(3) = 110 \text{ m/s } \hat{i}$

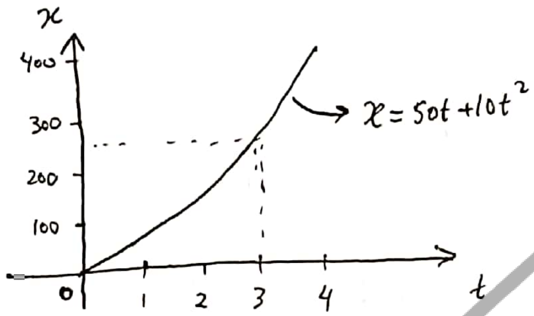
(3) c) percepatan sesaat adalah

$$\vec{a}(t) = \frac{dV}{dt}$$

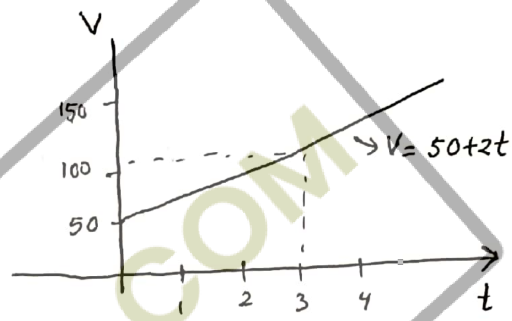
$$\vec{a}(t) = 20 \ m/s^2 \ \hat{i}$$

Nilai percepatan tiap waktu berarti konstan, dengan besar $20 \ m/s^2 \ \hat{i}$

d)



e)



saat $t = 0 \rightarrow x = 0$

$t = 3s \rightarrow x = 240 \ m.$

(4) • Percepatan konstan pada partikel B, sehingga dapat diterapkan rumus GLBB.

• untuk partikel A bergerak dengan kecepatan konstan (GLB).

•) <u>untuk gerak B</u> (arah y)

$$y = y_0 + V_{0y} t + \frac{1}{2} a_y t^2$$

$$y = 0 + 0 + \frac{1}{2} a_y t^2$$

$$y = \frac{1}{2} a_y t^2$$

$$30m = \frac{1}{2} \left[(0{,}40) \cos\theta \right] t^2 \ldots (1)$$

•) <u>gerak x dari A dan B bertepatan :</u>

$$V_t = \frac{1}{2} a_x t^2 \rightarrow$$

$$3t = \frac{1}{2} (0{,}40) \sin\theta \, t^2$$

$$3 = \frac{1}{2} (0{,}40) \sin\theta \, t$$

$$t = \frac{6}{0{,}40 \sin\theta}$$

(4) Substitusi nilai t ke persamaan (1),

sehingga

$$30 = \frac{1}{2}(0{,}40\cos\theta)\left(\frac{6}{0{,}40\sin\theta}\right)^2$$

kita gunakan $\sin^2\theta = 1-\cos^2\theta$, sehingga

$$30 = \frac{9}{0{,}2}\,\frac{\cos\theta}{1-\cos^2\theta} \Rightarrow 1-\cos^2\theta = \frac{9}{(0{,}2)(30)}\cos\theta$$

$$1-\cos^2\theta = 1{,}5\cos\theta$$

·) dengan mencari nilai akar,

dari persamaan kuadrat $\longrightarrow$

$$\cos^2\theta + 1{,}5\cos\theta - 1 = 0$$

kita peroleh :

$$\cos\theta = \frac{-1{,}5 + \sqrt{1{,}5^2 - 4(1)(-1)}}{2} = \frac{1}{2}$$

sehingga diperoleh : $\theta = \cos^{-1}\left(\frac{1}{2}\right) = 60^\circ$

(5) Gerakan arah x

$$\Delta x = V_x . t$$

$$t = \frac{\Delta x}{V_x} = \frac{22\ m}{(25)\cos 40^\circ} = 1{,}15\ s$$

a) Jarak Vertikal : $\Delta y = V_{0y}t - \frac{1}{2}gt^2$

$$\Delta y = V_0\sin\theta\, t - \frac{1}{2}gt^2$$

5) a) $\Delta y = (V_0 \sin\theta_0)t - \frac{1}{2}gt^2$

$\Delta y = (25)\sin 40^\circ (1,15) - \frac{1}{2}(9,8)(1,15)^2 = 12\,m$

b) komponen kecepatan horizontal tidak berubah dengan V_{0x}.

sehingga $V_x = V_0 \cos 40^\circ = 19,2\ m/s$

c) komponen kecepatan vertikal menjadi,

$V_y = V_0 \sin\theta_0 - gt$

$= 25 \sin 40^\circ - (9,8)(1,15)$

$V_y = 4,80\ m/s$

d) karena $V_y > 0$, ketika bola menabrak dinding, maka bola tidak mencapai titik tertinggi.

6) Dalam permasalahan gerak parabola ini, kita memiliki $V_0 = V_x =$ konstan. dan diplot $V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2}$, kita lihat dari grafik, saat $t = 2,5\ s$ bola mencapai titik maksimum, dimana $V_y = 0$, sehingga dari grafik kita dapatkan

$V_x = 19\ m/s$

a) selama $t = 5\,s$, gerakan horizontal adalah:

$x - x_0 = V_x t$

$x - x_0 = 19(5)$

$x - x_0 = 95\,m$

(6) b) karena $V_0 = \sqrt{V_{0x}^2 + V_{0y}^2}$

$$V_0 = \sqrt{(19)^2 + V_{0y}^2} = 31 \text{ m/s}$$ (titik pertama dari grafik)

kita dapatkan : $961 = 361 + V_{0y}^2$

$$V_{0y} = 24,5 \text{ m/s}$$

- saat $t = 2,5$ s, kita gunakan salah satu rumus GLBB

(i) $y_{max} - y_0 = V_{0y}t - \frac{1}{2}gt^2$

(ii) $V_y^2 = V_{0y}^2 - 2g(y_{max} - y_0)$

(iii) $y_{max} - y_0 = \frac{1}{2}(V_y + V_{0y})t$

kita gunakan pers (iii).

$$y_{max} - y_0 = \frac{1}{2}(V_y + V_{0y})t$$

$$y_{max} = \frac{1}{2}(0 + 24,5)(2,5) = 31 \text{ m}$$

dimana kita ambil $y_0 = 0$ pada permukaan tanah.

(7) kita misalkan a_1 saat $t_1 = 2$ s dan a_2 saat $t_2 = 5$ s

$\vec{a_1}$ tegak lurus terhadap $\vec{a_2}$.

dengan menggunakan perkalian dot product,

$$\vec{a_1} \cdot \vec{a_2} = [(6\hat{i} + 4\hat{j})] \cdot (4\hat{i} - 6\hat{j}) = 0$$

(7) karena percepatan (vektor) dalam arah negatif radial, maka kedua posisi pada t_1 dan t_2 adalah $\frac{1}{4}$ lingkaran ($\frac{3}{4}$ lingkaran bergantung pada pengukuran searah jarum atau berlawanan jarum jam).

Sebuah sketsa yang cepat dapat diterapkan untuk mengambil kesimpulan bahwa jika partikel sedang bergerak berlawanan jarum jam, ~~dari posisi~~ t_1, (seperti pada problem) maka partikel akan menempuh $\frac{3}{4}$ permukaan lingkaran, yang bergerak dari posisi saat t_1 ke posisi t_2.

Periode = T = waktu yang ditempuh satu putaran penuh.

kemudian, $t_2 - t_1 = 3\,s = \frac{3T}{4} \Rightarrow T = 4\,s$

maka, besar percepatannya adalah:

$$a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2} = \sqrt{(6)^2 + (4)^2} = 7{,}21\ m/s^2$$

dengan menggunakan persamaan:

$$a_{sp} = \frac{v^2}{r} \quad \text{dan} \quad T = \frac{2\pi r}{v}$$

maka: $$a_{sp} = \frac{v^2}{r} = \frac{\left(\frac{2\pi r}{T}\right)^2}{r}$$

$$a_{sp} = \frac{4\pi^2 r}{T^2}$$

atau $$r = \frac{aT^2}{4\pi^2} = \frac{7{,}21\,(4)^2}{4\,(3{,}14)^2} = 2{,}92\ m$$

(8) kita ketahui bahwa dalam lintasan melingkar (melengkung),

$$a_{sp} = \frac{V^2}{r}$$

a) jari-jari minimum belok dari kereta :

$$r_{min} = \frac{V^2}{a_{max}} = \frac{(216 \text{ km/h})^2}{(0{,}050)(9{,}8 \text{ m/s}^2)} = 7{,}3 \times 10^3 \text{ m}$$

b) kelajuan kereta harus dikurangi tidak melebihi dari

$$V = \sqrt{a_{max}\, r} = \sqrt{0{,}050\,(9{,}8)\,(1 \times 10^3 \text{ m})} \doteq 22 \text{ m/s}$$

atau sekitar $V = 80 \text{ km/h}$

(9) $V_0 = 30 \text{ m/s}$ dan $R = 20 \text{ m}$,

jangkauan maksimum dapat kita tuliskan

$$R = \frac{V_0^2}{g} \sin 2\theta_0$$ (lihat buku halliday edisi 10)

sehingga $\sin 2\theta_0 = \frac{gR}{V_0^2} = 0{,}218$

karena $\sin \phi = \sin (180^\circ - \phi)$, maka ada dua akar dari persamaan

diatas,

$$2\theta_0 = \sin^{-1}(0{,}218) = 12{,}58^\circ \text{ dan } 167{,}4^\circ$$

yang berkaitan dengan kemungkinan sudut awal pelemparan yang akan mengenai target. (abaikan gaya gesek udara dan efek yang lain)

(9) a) Sudut terkecil adalah $\theta_0 = 6,29°$

b) Sudut terbesar adalah $\theta_0 = 83,7°$

Sebuah pendekatan alternatif pada problem ini, dari persamaan

$$y = (\tan\theta_0)x - \frac{gx^2}{2(v_0\cos\theta_0)^2}$$ (persamaan 4-25 lihat halliday)

yakni dengan $y = 0$ dan $\frac{1}{\cos^2\theta} = 1 + \tan^2\theta$ adalah mungkin.

dan menjadi persamaan kuadrat,

$$y = \tan\theta_0 x - \frac{gx^2}{2v_0}\tan^2\theta_0$$

yang menghasilkan dua kemungkinan θ_0.

(10) a) Kecepatan motor terhadap mobil polisi adalah

$$\vec{V}_{mp} = \vec{V}_m - \vec{V}_p = (-60\ km/h)\hat{j} - (-80\ km/h)\hat{i}$$

$$\vec{V}_{mp} = (80\ km/h)\hat{i} - (60\ km/h)\hat{j}$$

b) $\vec{V}_{mp}$ tidak terjadi sepanjang penglihatan lurus. Dari gambar kita temukan

Vektor mengarah dari satu mobil ke yang lain nya adalah :

$$\vec{r} = (800\ m)\hat{i} - (600\ m)\hat{j}$$ (dari M ke P)

Karena rasio dalam komponen $\vec{r}$ adalah sama seperti dalam $\vec{V}_{mp}$

mereka harus berarah sama. c) Tidak, mereka tidak berubah

sudut $\vec{V}_{mp}$ dan $\vec{r}$ adalah nol.

—— 11 ——