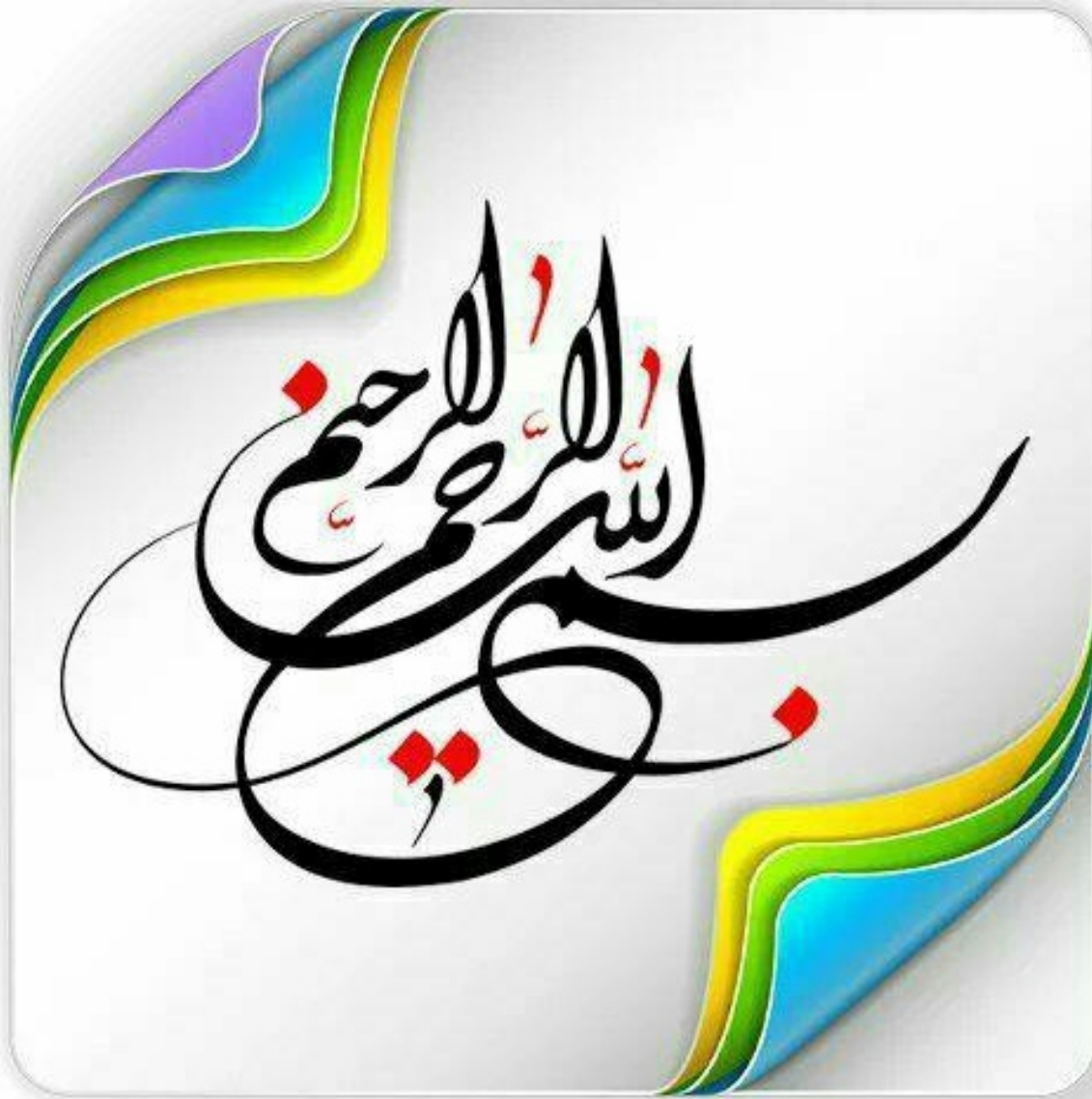




۱۷۰۰ ارابه‌ی کوچکی روی صفحه‌ی xy با مؤلفه‌های شتاب
 $a_x = 4.0 \text{ m/s}^2$ و $a_y = -2.0 \text{ m/s}^2$ حرکت داده می‌شود.
مؤلفه‌های سرعت اولیه‌ی آن $v_{0x} = 8.0 \text{ m/s}$ و $v_{0y} = 12 \text{ m/s}$
است. سرعت ارابه هنگامی که به بزرگترین مختصه‌ی y خود
می‌رسد، چیست؟

$$\vec{a} = a_x \hat{i} + a_y \hat{j} = 4\hat{i} - 2\hat{j} \quad : 17-4$$

$$\vec{v}_0 = v_{0x} \hat{i} + v_{0y} \hat{j} = 8\hat{i} + 12\hat{j}$$

$$\vec{v} = \vec{a}t + \vec{v}_0 \Rightarrow \vec{v} = (a_x t + v_{0x})\hat{i} + (a_y t + v_{0y})\hat{j}$$

$$\vec{v} = (4t + 8)\hat{i} + (-2t + 12)\hat{j}$$

$$\vec{r} = \frac{1}{2}\vec{a}t^2 + \vec{v}_0 t + \vec{r}_0 \quad , \quad \vec{r}_0 = 0$$

$$x = \frac{1}{2}a_x t^2 + v_{0x} t = \frac{1}{2} \times 4 t^2 + 8t = 2t^2 + 8t$$

$$y = \frac{1}{2}a_y t^2 + v_{0y} t = \frac{1}{2} \times (-2) t^2 + 12t = -t^2 + 12t$$

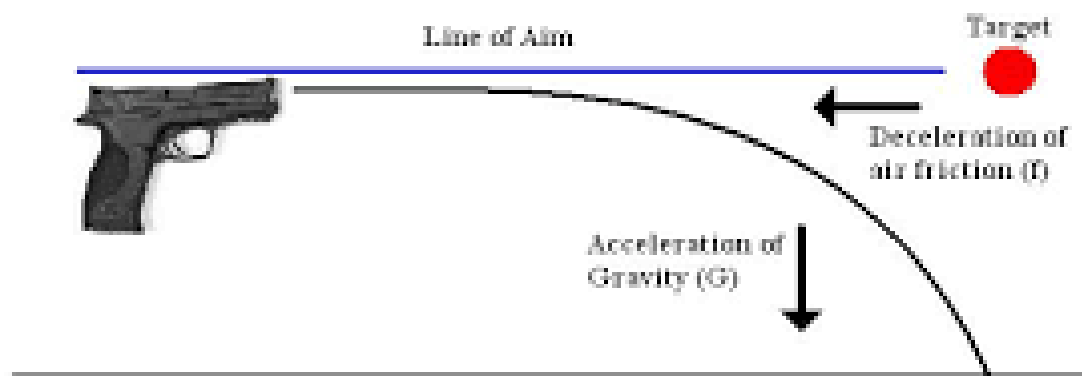
بسیار جالب است که سرعت در راسهای موج صفر می شود.

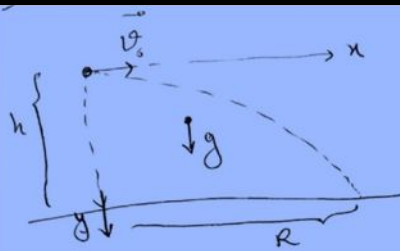
$$-v_y = -2t + 12 = 0 \Rightarrow t = 6$$

$$y_{\max} = y(t=6) = -6^2 + 12 \times 6 = -36 + 72 = +36$$

$$\vec{v}(t=6) = \begin{cases} v_x = 4 \times 6 + 8 = 32 \\ v_y = 0 \end{cases}$$

● ۲۳ گلوله‌ای از تفنگی که 450 m بالاتر از سطح صاف زمین قرار دارد با تندی 250 m/s به طور افقی شلیک می‌شود. (الف) این گلوله چه مدت در هوا باقی می‌ماند؟ (ب) در چه فاصله‌ای افقی از نقطه‌ی شلیک به زمین برخورد می‌کند؟ (پ) بزرگی مؤلفه‌ی قائم سرعت آن به هنگام برخورد با زمین چیست؟





: $r^2 = r^2$

$$\vec{v}_0 \perp \theta_0, \quad \vec{a} \parallel g$$

$$\vec{v} = \vec{a}t + \vec{v}_0 \rightarrow \begin{cases} v_x = a_x t + v_{0x} \\ v_y = a_y t + v_{0y} \end{cases} \Rightarrow \vec{v} \parallel g t$$

$$\vec{r} = \frac{1}{2} \vec{a} t^2 + \vec{v}_0 t \rightarrow \begin{cases} x = \frac{1}{2} a_x t^2 + v_{0x} t \\ y = \frac{1}{2} a_y t^2 + v_{0y} t \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = v_0 t \\ y = \frac{1}{2} g t^2 \end{cases}$$

$$x = v_0 t \Rightarrow t = \frac{x}{v_0}$$

$$\hookrightarrow y = \frac{1}{2} g t^2 \Rightarrow y = \frac{1}{2} g \frac{x^2}{v_0^2}$$

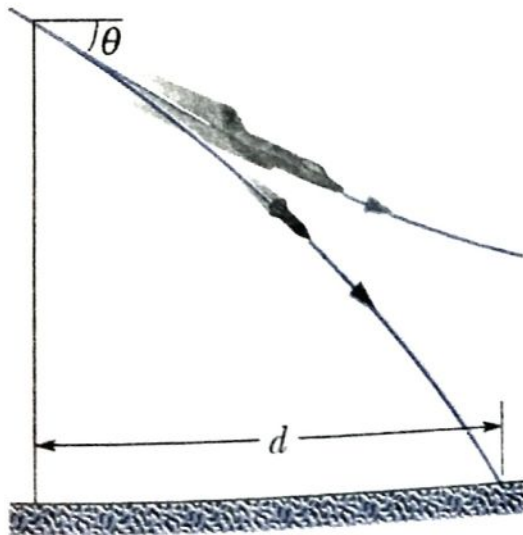
در لحظه برخورد با زمین $\begin{matrix} x=R \\ y=h \end{matrix} \Rightarrow h = \frac{1}{2} g \frac{R^2}{v_0^2} \Rightarrow \text{فد} = \frac{1}{2} \times 10 \times \frac{R^2}{(250)^2}$

زمان رسیدن به زمین $y = \frac{1}{2} g t^2 \rightarrow h = \frac{1}{2} g t^2 \Rightarrow t^2 = \frac{2h}{g} = \frac{2 \times 10}{10} \Rightarrow t = \sqrt{2} = 1.41$

سویا در برخورد با زمین $\vec{v}_0 \parallel g t = 1.41$

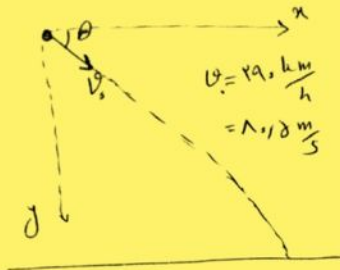
$$\boxed{R = 250 \cdot m}$$

۲۷۰۰ ILW هواپیمایی که با 290.0 km/h حرکت می‌کند، در حالی که با زاویه‌ی $\theta = 30.0^\circ$ زیر افق شیرجه می‌رود یک تله‌ی رادار را رها می‌کند (شکل ۴-۳۳). فاصله‌ی افقی بین نقطه‌ی رها شدن و نقطه‌ای که تله به زمین می‌خورد $d = 700 \text{ m}$ است. (الف) تله چه مدت در هوا بوده است؟ (ب) تله در چه ارتفاعی از زمین رها شده است؟



۱۲

: ۲۷-۴



$$\vec{v}_0 \begin{vmatrix} v_{0x} \\ v_{0y} \end{vmatrix} \Rightarrow \vec{v}_0 \begin{vmatrix} v_0 \cos \theta \\ v_0 \sin \theta \end{vmatrix}$$

$$\vec{a} \begin{vmatrix} a_x \\ a_y \end{vmatrix} \rightarrow \vec{a} \begin{vmatrix} 0 \\ g \end{vmatrix}$$

$$\vec{v} \begin{vmatrix} v_x = v_{0x} + a_x t \\ v_y = v_{0y} + a_y t \end{vmatrix} \Rightarrow$$

$$v_x = v_0 \cos \theta$$

$$v_y = v_0 \sin \theta + g t$$

$$\vec{r} \begin{vmatrix} x = \frac{1}{2} a_x t^2 + v_{0x} t \\ y = \frac{1}{2} a_y t^2 + v_{0y} t \end{vmatrix} \Rightarrow$$

$$\begin{cases} x = v_0 \cos \theta t \\ y = \frac{1}{2} g t^2 + v_0 \sin \theta t \end{cases}$$

در نقطه برخورد با زمین فاصله افقی طی شده $\Rightarrow d$

$$x = v_0 \cos \theta t \Rightarrow \frac{d}{v_{0x}} = 10 \frac{m}{s} \cos 30^\circ t_f'$$

$$t_f' = 1.01 \text{ s}$$

ارتفاع پرواز

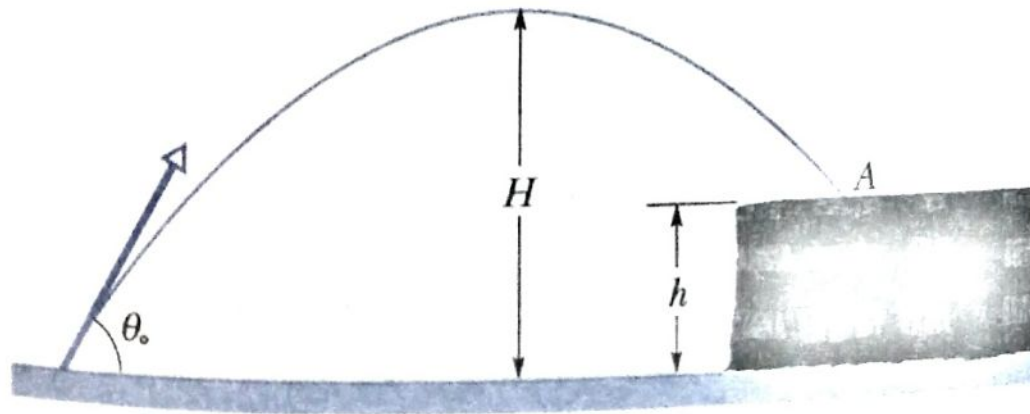
$$y = \frac{1}{2} g t^2 + v_0 \sin \theta t$$

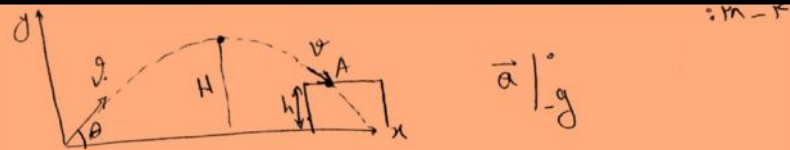
$$t = t_f'$$

$$\Rightarrow h = \frac{1}{2} \times 10 \times (1.01 \text{ s})^2 + 10 \frac{m}{s} \sin 30^\circ \times 1.01 \text{ s}$$

$$h = 9.112 \text{ m}$$

۲۸۰۰ GO در شکل ۴-۳۴ سنگی به بالای صخره‌ای به بلندی h با
 تندی اولیه‌ی 42 m/s و زاویه‌ی $\theta_0 = 60^\circ$ بالای افق پرتاب
 شده است. سنگ $5/5\text{ s}$ پس از پرتاب به نقطه‌ی A برخورد
 می‌کند. (الف) بلندی h صخره، (ب) تندی سنگ درست پیش از
 برخورد و (پ) ارتفاع بیشینه‌ی H که سنگ به بالای زمین می‌رسد،
 چقدر است؟





$$\vec{v}_0 \begin{cases} v_{0x} = v_0 \cos \theta \\ v_{0y} = v_0 \sin \theta \end{cases} \quad \vec{v} \begin{cases} v_x + a_x t = v_0 \cos \theta \\ v_y + a_y t = v_0 \sin \theta - g t \end{cases}$$

$$\vec{r} \begin{cases} x = \frac{1}{2} a_x t^2 + v_{0x} t \\ y = \frac{1}{2} a_y t^2 + v_{0y} t \end{cases} \Rightarrow \vec{r} \begin{cases} x = v_0 \cos \theta t \\ y = -\frac{1}{2} g t^2 + v_0 \sin \theta t \end{cases}$$

$$A \text{ در } t_A \rightarrow t_A = 0,83$$

$$h = -\frac{1}{2} g t_A^2 + v_0 \sin \theta t_A = -\frac{1}{2} \times 9,8 \times (0,8)^2 + 12 \times \sin 40^\circ \times 0,8$$

$$h = 0,183 \text{ m}$$

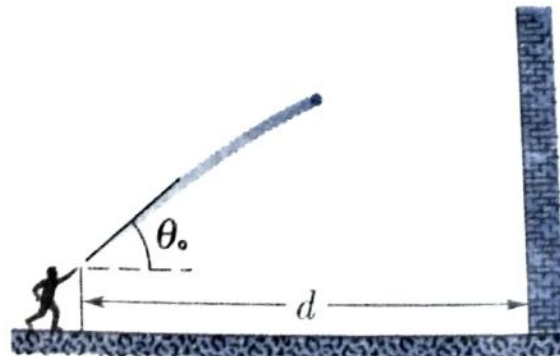
$$\vec{v} \begin{cases} v_0 \cos \theta \\ v_0 \sin \theta - g t_A \end{cases} = \begin{cases} 12 \cos 40^\circ = 9,17 \text{ m/s} \\ 12 \sin 40^\circ - 9,8 \times 0,8 = -1,83 \text{ m/s} \end{cases}$$

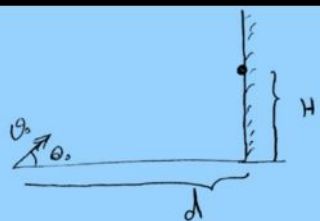
$$\text{ارتفاع اوج } y_0 = H$$

$$\text{در نقطه اوج } v_y = 0 \Rightarrow v_0 \sin \theta - g t_0 = 0 \Rightarrow t_0 = \frac{v_0 \sin \theta}{g}$$

$$y(t_0) = -\frac{1}{2} g t_0^2 + v_0 \sin \theta t_0 = \frac{v_0^2 \sin^2 \theta}{2g}$$

۳۲۰۰ GO توپی با تندی 25.0 m/s و تحت زاویه‌ی $\theta_0 = 40.0^\circ$ بالای افق پرتاب شده است (شکل ۴-۳۵). فاصله‌ی دیوار از نقطه‌ی پرتاب $d = 22.0 \text{ m}$ است. (الف) در چه مسافتی بالاتر از نقطه‌ی پرتاب، توپ به دیوار برخورد می‌کند؟ مؤلفه‌های (ب) افقی و (پ) قائم سرعت توپ در زمان برخورد با دیوار چیست؟ (ت) آیا هنگامی که توپ با دیوار برخورد می‌کند از بالاترین نقطه‌ی مسیرش گذشته است؟





$$\vec{v}_0 \begin{cases} v_0 \cos \theta_0 \\ v_0 \sin \theta_0 \end{cases} \rightarrow \vec{v}_0 \begin{cases} 20 \cos 40^\circ = 15,18 \frac{m}{s} = v_{0x} \\ 20 \sin 40^\circ = 12,7 \frac{m}{s} = v_{0y} \end{cases}$$

$$\vec{r} \begin{cases} x = v_{0x} t \\ y = -\frac{1}{2} g t^2 + v_{0y} t \end{cases}$$

زمان رسیدن به دیوار $t = \frac{d}{v_{0x}} = \frac{22}{15,18} = 1,49 \text{ s}$

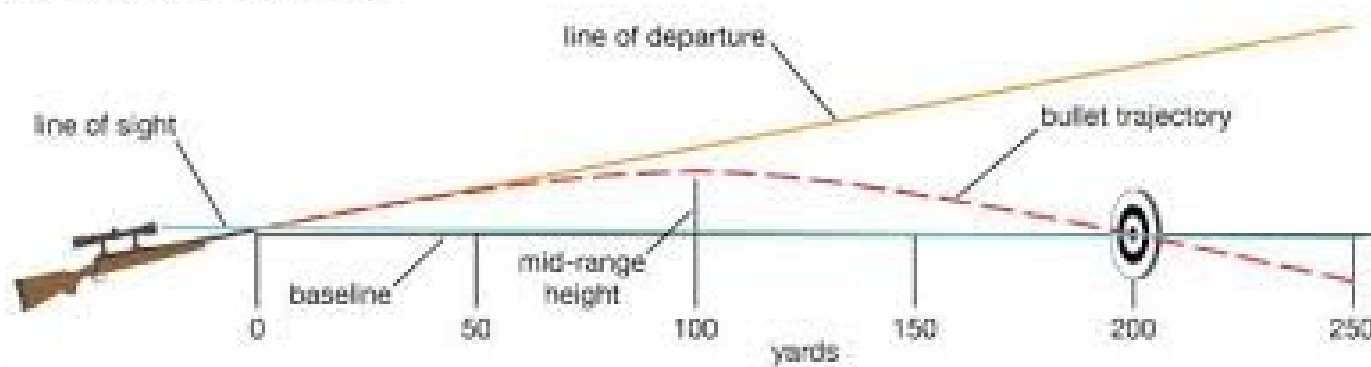
ارتفاع برخورد دیوار $H = -\frac{1}{2} \times 9,8 \times t^2 + v_{0y} t \Rightarrow H = 11,99 \text{ m}$

$$\vec{v} \begin{cases} v_{0x} \\ v_{0y} - g t \end{cases} = \begin{cases} 15,18 \\ 12,7 - 9,8 \times 1,49 = 4,81 \end{cases}$$

هر دو مولفه سرعت مثبت است پس در حین تمام پر فرود دیوار در حال بالا رفتن است.
 هنگام رسیدن به دیوار
 بنابراین کنونی به نقطه اوج نرسیده

۳۵۰۰ تفنگی، یک گلوله را با تندی 460 m/s به سوی هدفی در فاصله 457 m شلیک می کند. اگر مرکز هدف هم تراز با تفنگ باشد، باید چقدر بالاتر از هدف را نشانه گیری کرد تا گلوله به مرکز آن برخورد؟

Elements of a trajectory



تند هدف

$$d = 40,7 \text{ m}$$

$$v_0 = 440 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

گلوله در امتداد شتاب گرانش زمین به زیر هدف → اگر نتواند اصق بکشد که
بی‌رود



بنابراین برای برخورد کردن گلوله به هدف باید داری بالاتر از هدف را باید نشان دهی



بیشتر آ در در زمان پرواز
تا هدف

$$y = -\frac{1}{2}gt^2 + v_0 \sin \theta t = 0$$

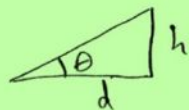
$$\Rightarrow t = \frac{2v_0 \sin \theta}{g}$$

مسافت طی شده در راستای افق

$$d = v_0 \cos \theta t = v_0 \cos \theta \times \frac{2v_0 \sin \theta}{g} = \frac{v_0^2 \sin 2\theta}{g}$$

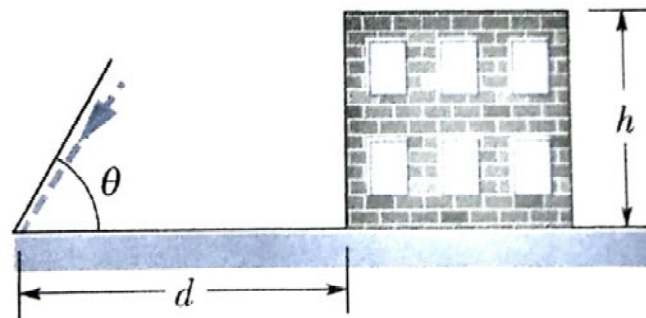
$$\Rightarrow 40,7 = \frac{(440)^2 \sin 2\theta}{9,8} \Rightarrow \sin 2\theta = 1,021$$

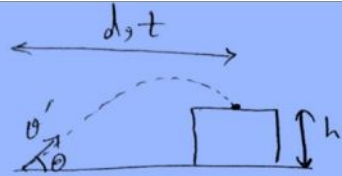
$$\theta = 112^\circ$$



$$\tan \theta = \frac{h}{d} \Rightarrow h = d \tan \theta = 0,096 \text{ m}$$

۳۹۰۰ در شکل ۴-۳۷ توپی از لبه‌ی چپ بام خانه‌ای به بلندی h رو به سمت چپ پرتاب شده است. توپ $1/5^\circ \text{s}$ پس از پرتاب، در فاصله‌ی $d = 25.0 \text{ m}$ از خانه و با زاویه‌ی $\theta = 60.0^\circ$ بالای افق به زمین برخورد می‌کند. (الف) h را به دست آورید. (راهنمایی: یک راه برای حل این مسئله این است که حرکت را مثل یک نوار ویدئو به عقب برگردانیم.) (ب) بزرگی و (پ) جهت نسبت به افق سرعت در لحظه‌ی پرتاب توپ چه بوده است؟ (ت) آیا این زاویه رو به بالای افق است یا رو به پایین آن؟





در ارتفاع

$$v_0 = ?$$

$$\alpha = ?$$



در کتاب اصلی

$$= 29 - 2$$

معادله در ارتفاع

$$x = v' \cos \theta t \quad (1)$$

$$y = -\frac{1}{2} g t^2 + v' \sin \theta t \quad (2)$$

$$(1) \quad d = 28 = v' \cos 40^\circ \times 1,8 \Rightarrow v' = 33,33 \frac{m}{s}$$

$$(2) \quad h = -\frac{1}{2} \times 9,8 \times (1,8)^2 + 33,33 \times \sin 40^\circ \times 1,8$$

$$h = 32,27 m$$

معادلات حرکت

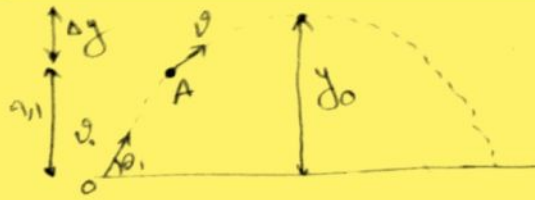
$$\begin{cases} v_x = v' \cos \theta \\ v_y = v' \sin \theta - g t \end{cases} \Rightarrow v_{0x} = 33,33 \times \cos 40^\circ$$

$$\Rightarrow \begin{cases} v_{0x} = 25,48 \frac{m}{s} \\ v_{0y} = 21,19 \frac{m}{s} \end{cases}$$

$$\tan \alpha = \frac{v_{0y}}{v_{0x}} \Rightarrow \alpha = 40,38^\circ$$

$$v_0 = \sqrt{v_{0x}^2 + v_{0y}^2} = 44,87 \frac{m}{s}$$

●● ۴۳ ILW توپی از سطح زمین به هوا شوت شده است. در ارتفاع 9.1 m ، سرعت توپ $\vec{v} = (7.6\hat{i} + 6.1\hat{j})\text{ m/s}$ است که $\hat{i}$ افقی و $\hat{j}$ رو به بالاست. (الف) توپ تا چه ارتفاع بیشینه‌ای بالا می‌رود؟ (ب) کل مسافت افقی پیموده شده توسط توپ چقدر است؟ (پ) بزرگی و (ت) زاویه (زیر افق) سرعت توپ، درست پیش از برخورد با زمین چقدر است؟



$$= 43 - 4$$

$$v_0, \theta_0 = \text{معلوم}$$

$$\vec{v} \begin{cases} v_{x,y} = v_x \\ v_{x,y} = v_y \end{cases}$$

ارتفاع نقطه A نسبت به نقطه O

$$\Delta y = \frac{v_y^2}{2g} = \frac{(4,1)^2}{2 \times 9,8} = 1,9 \text{ m}$$

ارتفاع اوج نسبت به زمین

$$y_0 = 9,1 + \Delta y = 9,1 + 1,9 = 11 \text{ m}$$

سرعت اولیه در روی زمین

$$y_0 = \frac{v_{0,y}^2}{2g} = 11 \Rightarrow v_{0,y} = 14,68 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad (1)$$

از فرض افقاره حرکت x سرعت ثابت است

$$v_x = v_{0,x} \Rightarrow v_{0,x} = 7,4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\vec{v}_0 \begin{cases} 7,4 \\ 14,68 \end{cases}$$

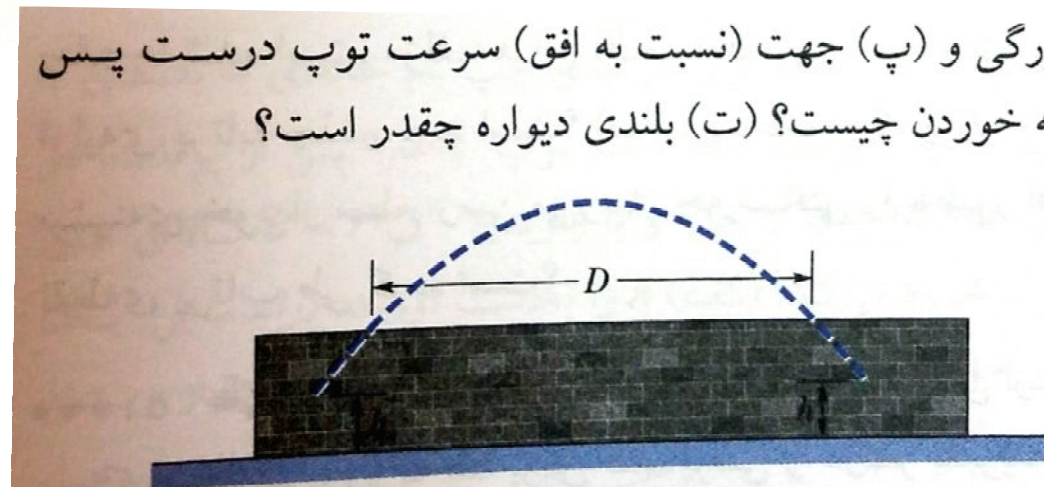
$$\tan \theta_0 = \frac{v_{0,y}}{v_{0,x}} = \frac{14,68}{7,4} \Rightarrow \theta_0 = 62,9^\circ$$

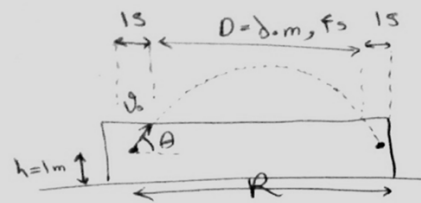
$$R = v_0 \cos \theta_0 t_f = v_0 \cos \theta_0 \times \frac{2 v_0 \sin \theta_0}{g} = \frac{v_0^2 \sin 2\theta_0}{g}$$

$$= 2 \frac{v_{0,x} \times v_{0,y}}{g} = 22,77 \text{ m}$$

●●● ۵۳ GO در شکل ۴-۴۴، به یک توپ بیسبال در ارتفاع $h = 1.00 \text{ m}$ ضربه زده می‌شود و سپس در همان ارتفاع، توپ گرفته می‌شود. توپ از پهلوی دیواری می‌گذرد و 1.00 s پس از ضربه خوردن، رو به بالا و 4.00 s بعد، با طی مسافت $D = 50.0 \text{ m}$ ، رو به پایین از روی دیوار می‌گذرد. (الف) فاصله‌ی افقی پیموده شده توسط توپ از لحظه‌ی ضربه خوردن تا لحظه‌ی گرفتن، چقدر است؟

(ب) بزرگی و (پ) جهت (نسبت به افق) سرعت توپ درست پس از ضربه خوردن چیست؟ (ت) بلندی دیواره چقدر است؟





$$\begin{cases} x = v_0 \cos \theta t \\ y = -\frac{1}{2} g t^2 + v_0 \sin \theta t \end{cases}$$

در لای دیوار $D = v_0 \cos \theta t \Rightarrow \delta_0 = v_0 \cos \theta \times t$
 $\Rightarrow v_0 \cos \theta = \frac{\delta_0}{t}$ ①

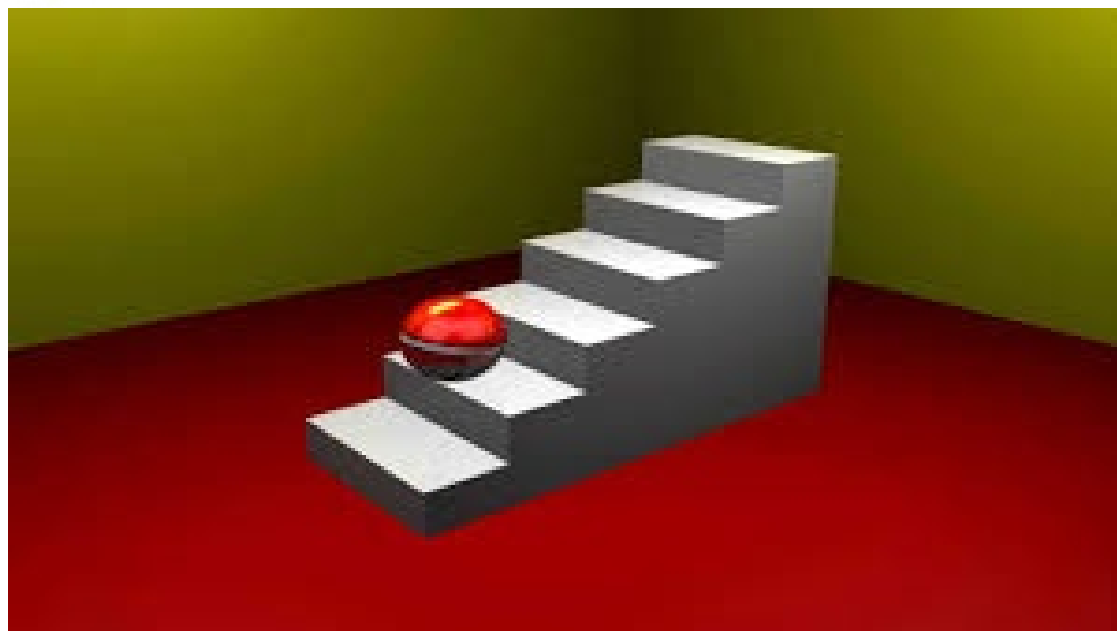
فاصله افقی $R = v_0 x t = v_0 \cos \theta \times t^2$
 $\Rightarrow R = \frac{\delta_0}{t} \times t^2 = \underline{\underline{v \delta m}}$

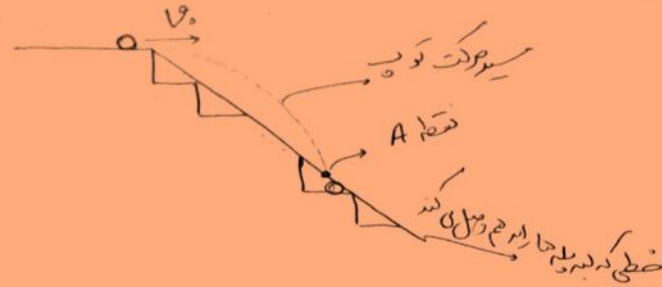
در استای صیر $y = 0 \Rightarrow -\frac{1}{2} g t_f^2 + v_0 \sin \theta t_f = 0$
 $\Rightarrow v_0 \sin \theta = \frac{g t_f}{2} = \frac{9.8 \times 4}{2}$ ②

$\frac{②}{①} \Rightarrow \frac{v_0 \sin \theta}{v_0 \cos \theta} = \frac{\frac{9.8 \times 4}{2}}{\frac{\delta_0}{t}} = 1.3 \delta$
 $t \tan \theta = 1.3 \delta$
 $\Rightarrow \underline{\underline{\theta = 47^\circ}}$

① $\Rightarrow v_0 \cos \theta = \frac{\delta_0}{t} = 12.8 \Rightarrow v_0 = \frac{12.8}{\cos 47} = \underline{\underline{32 \frac{m}{s}}}$

۵۵••• توپی به طور افقی از بالای پله‌کانی می‌گلتد و با تندی 1.52 m/s فرومی‌افتد. بلندی هر پله 20.3 cm و پهنای آن نیز 20.3 cm است. توپ نخست با کدام پله برخورد می‌کند؟





معادله حرکت توپ

$$x = v_0 t \rightarrow t = \frac{x}{v_0} \Rightarrow y = \frac{1}{2} g \frac{x^2}{v_0^2}$$

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

معادله خط پله ها

$$y = x$$

نقطه A محل تقاطع منحنی و خط

$$\begin{cases} y = \frac{1}{2} g \frac{x^2}{v_0^2} \\ y = x \end{cases} \Rightarrow \frac{1}{2} g \frac{x^2}{v_0^2} = x$$

$$\Rightarrow x = \frac{2 v_0^2}{g}$$

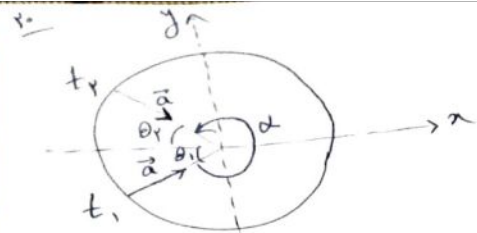
$$x = \frac{2 \times (4.82)^2}{9.8} = 1.471 \text{ m}$$

پهنای هر پله = 0.203 m $\rightarrow x = n \times 0.203$

$$\rightarrow 1.471 = 0.203 n \rightarrow n = 7.24$$

دو پله را ردی کند و روی پله سوم فرود می آید.

۶۳۰۰ GO در $t_1 = 2.00 \text{ s}$ ، شتاب ذره‌ای که به‌طور پادساعتگرد حرکت دایره‌ای می‌کند $\hat{j}(4.00 \text{ m/s}^2) + \hat{i}(6.00 \text{ m/s}^2)$ است. ذره با تنیدی ثابتی حرکت می‌کند. در $t_2 = 5.00 \text{ s}$ ، شتاب آن $\hat{j}(-6.00 \text{ m/s}^2) + \hat{i}(4.00 \text{ m/s}^2)$ است. اگر $t_2 - t_1$ کوچکتر از یک دوره‌ی چرخش باشد، شعاع مسیری که ذره پیموده است، چقدر است؟



۶۳-۴ :

$$a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2} = \sqrt{4^2 + 4^2} = \sqrt{32}$$

نسبت مرکز گرا $\left\{ \begin{array}{l} \text{نسبت مرکز گرا} \\ \text{نسبت مرکز گرا} \end{array} \right. \frac{v^2}{r} = r\omega^2$

در لحظه t_1 با توجه به اینکه نسبت شعاعی و مرکز گرا دارای حلقه های مثبت است لذا مکان جسم در ربع سوم است

$$\tan \theta_1 = \frac{|a_y|}{|a_x|} = \frac{4}{4} \Rightarrow \theta_1 = 33.69^\circ$$

و در لحظه t_2 حلقه x نسبت شعاعی و حلقه y منفی است پس جسم در ربع دوم است

$$\tan \theta_2 = \frac{|a_y|}{|a_x|} = \frac{4}{4} \Rightarrow \theta_2 = 89.31^\circ$$

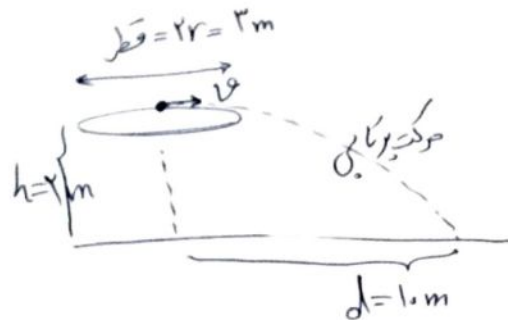
زاویه طی شده در بازه زمانی $t_2 - t_1$ برابر با $\alpha = 360 - (\theta_2 - \theta_1)$

$$\alpha = 360^\circ = 2\pi \text{ (rad)} \quad a = r\omega^2$$

$$\omega = \frac{\alpha}{t_2 - t_1} = \frac{2\pi}{8-2} = \frac{\pi}{3} \text{ rad/s} \quad \sqrt{32} = r \times \frac{\pi^2}{9}$$

$$r = 1.92 \text{ m}$$

۶۷۰۰۰ [www](#) پسر بچه‌ای سنگی را به وسیله‌ی ریسمانی به طول $۱٫۵\text{m}$ در یک دایره‌ی افقی که $۲٫۰\text{m}$ بالاتر از سطح زمین است، می‌چرخاند. ناگهان ریسمان پاره و سنگ به‌طور افقی رها می‌شود و پس از طی مسافتی افقی به‌طول ۱۰m با زمین برخورد می‌کند. بزرگی شتاب مرکزگرای سنگ حین حرکت دایره‌ای چقدر بوده است؟



با بررسی حرکت دایره‌ای سرعت v بدست می‌آید

← پس از ردی سرعت شتاب مرکز دایره‌ای می‌شود

معادله مسیر در حرکت دایره‌ای

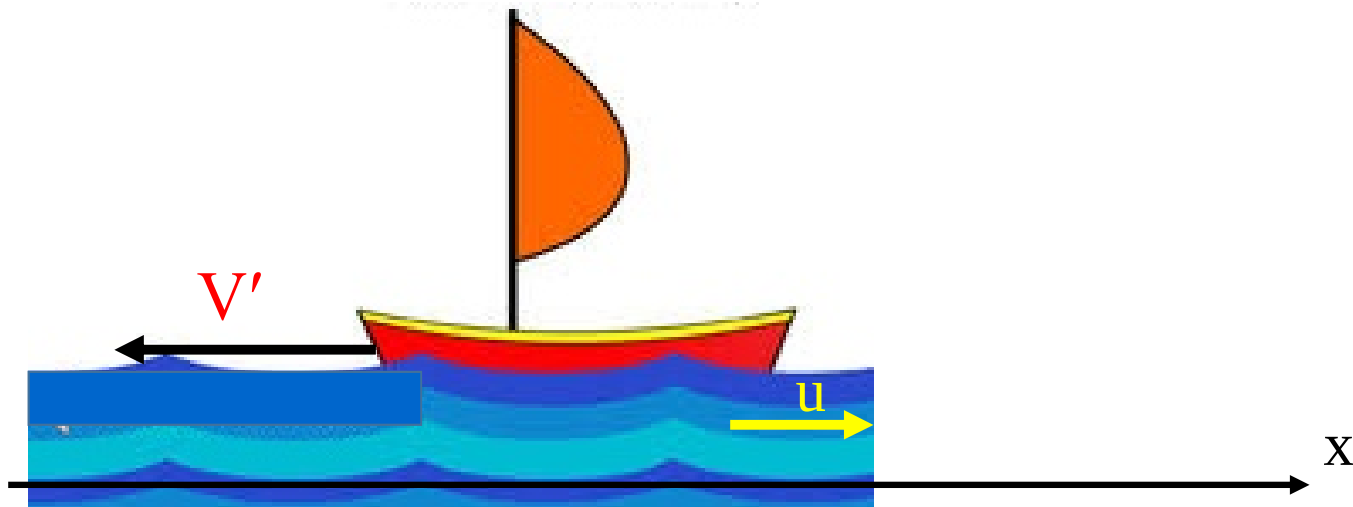
$$y = \frac{1}{2} g \frac{x^2}{v^2}$$

$$h = \frac{1}{2} g \frac{d^2}{v^2} \Rightarrow v = \frac{1}{2} \times 9.8 \times \frac{1.0^2}{1.8}$$

$$v = 18.18 \frac{m}{s}$$

$$a = \frac{v^2}{r} \Rightarrow a = \frac{(18.18)^2}{1.8} = 183.28 \frac{m}{s^2}$$

• ۷۰ قایقی با 14 km/h نسبت به آب یک رودخانه، برخلاف جهت جریان آب که رو به سوی مثبت محور x است، حرکت می‌کند. آب با 9 km/h نسبت به زمین جریان دارد. (الف) بزرگی و (ب) جهت سرعت قایق نسبت به زمین چیست؟ بچه‌ای با 6 km/h از جلوی قایق به سمت عقب آن راه می‌رود. (پ) بزرگی و (ت) جهت سرعت بچه نسبت به زمین چیست؟



$$\vec{v}' = 14 \frac{\text{km}}{\text{h}} \quad \vec{u} = 9 \frac{\text{km}}{\text{h}} \quad \vec{v}$$

$$\vec{v}' = \vec{u} + \vec{v}$$

$\vec{v}'$: سرعت نسبت به ناظر ساکن
 $\vec{u}$: سرعت ناظر متحرک نسبت به ناظر ساکن
 $\vec{v}$: سرعت نسبت به ناظر متحرک

در اینجا: جسم = قایق

ناظر متحرک = آب

ناظر ساکن = زمین یا ساحل مجاور آب رودخانه

$$\text{سرعت آب نسبت به زمین ساکن} = 9 \frac{\text{km}}{\text{h}} = \text{سرعت آب} = u$$

$$\text{قایق ران یا باروزدن روی آب} = 14 \frac{\text{km}}{\text{h}} = \text{سرعت قایق} = v'$$

حرکت کننده در این سرعت، سرعت قایق نسبت به آب است (اگر آب ساکن بود)

$$v = u - v' = 9 - 14 = -5 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

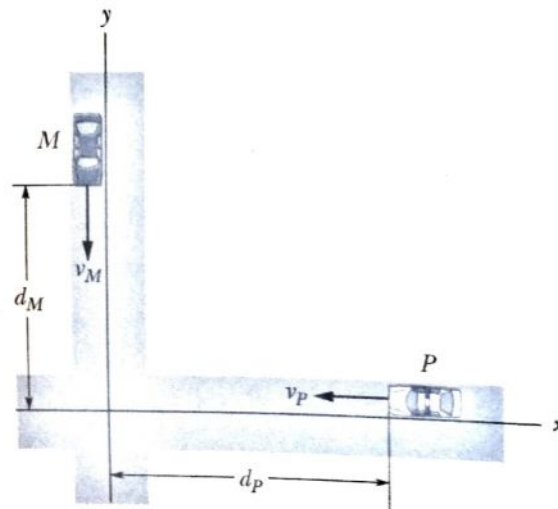
v : سرعت قایق نسبت به زمین
 u : سرعت آب نسبت به زمین
 v' : سرعت قایق نسبت به آب

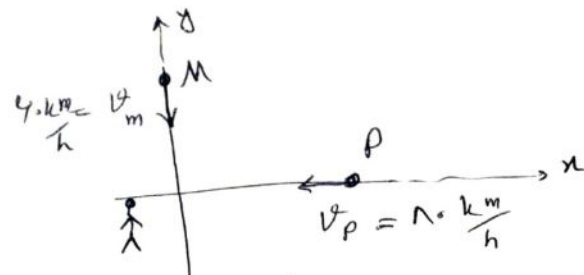
$$\text{سرعت قایق نسبت به زمین} = \text{سرعت آب نسبت به زمین} + \text{سرعت قایق نسبت به آب}$$

$$= +9 - 5 = +4 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

(پس مثبت)

۷۳••• دو بزرگراه مطابق شکل ۴-۴۶ همدیگر را قطع می‌کنند. در لحظه‌ی نشان داده شده، اتومبیل پلیس P در فاصله‌ی $d_P = 800\text{ m}$ از تقاطع قرار دارد و با تندی $v_P = 80\text{ km/h}$ حرکت می‌کند. راننده‌ی M در فاصله‌ی $d_M = 600\text{ m}$ از تقاطع قرار دارد و با تندی $v_M = 60\text{ km/h}$ حرکت می‌کند. (الف) برحسب بردارهای یکه، سرعت راننده نسبت به اتومبیل پلیس چگونه است؟ (ب) برای لحظه‌ی نشان داده شده در شکل ۴-۴۹، زاویه‌ی بین سرعت به‌دست آمده در قسمت (الف) و خط دید میان دو اتومبیل چقدر است؟ (پ) اگر اتومبیل‌ها در سرعت‌های خود بمانند، آیا پاسخ‌های (الف) و (ب) هنگامی که اتومبیل‌ها به تقاطع نزدیک می‌شوند، تغییر می‌کند؟





چشم = ماشین M با سرعت v_m نسبت به ناظر ساکن

ناظر متحرک = ماشین پلیس با سرعت v_p -----

ناظر ساکن = شخص فرضی ایستاده در محل تقاطع که هر دو سرعت v_m و v_p نسبت به آن گذارش کرده است

$$\vec{v}_m = \vec{v}' + \vec{v}_p$$

$$v_m (-\hat{j}) = \vec{v}' + v_p (-\hat{i})$$

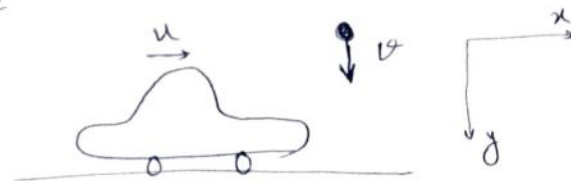
↓
سرعت ماشین M نسبت به ماشین پلیس

(مجهول در دایره کشیده)

$$v' = +80 \hat{i} - 40 \hat{j} \left(\frac{\text{km}}{\text{h}} \right)$$

۷۷●● برف با تندی ثابت $8/00\text{ m/s}$ به طور قائم می بارد. از دید راننده‌ی اتومبیلی که بر جاده‌ی مستقیمی با تندی 50 km/h حرکت می کند، سقوط دانه‌های برف در چه جهتی نسبت به امتداد قائم به نظر می رسند؟





چشم : دانش برون

ناظر متحرک : براننده سائین

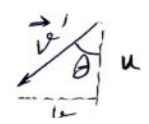
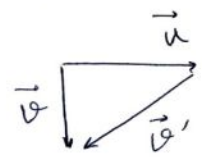
ناظر ساکن : زمین یا شخص ایستاده کنار جاده

سائین
 $\hat{j} = \vec{v} = \vec{v}_{\text{سرعت برون نسبت به ناظر ساکن}}$

براننده
 $\vec{u} = u \hat{i} = \text{سرعت سائین نسبت به ناظر ساکن}$

$$\vec{v} = \vec{u} + \vec{v}' \Rightarrow \vec{v}' = \vec{v} - \vec{u} = \begin{vmatrix} -u \\ v \end{vmatrix}$$

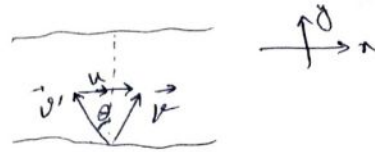
سرعت برون نسبت به براننده
 ناظر متحرک



$$\tan \theta = \frac{u}{v}$$

۸۰۰۰ GO از رودخانه‌ای به پهنای 200 m جریانی با تندی
یکنواخت 2 m/s رو به شرق عبور می‌کند. قایقی با تندی
 8 m/s نسبت به آب، ساحل جنوبی را در جهت 30° غرب
شمال ترک می‌کند. (الف) بزرگی و (ب) جهت سرعت قایق نسبت
به زمین چیست؟ (پ) چقدر طول می‌کشد تا قایق پهنای رودخانه
را طی کند؟

۴-۸۰:



با سرعت v' نسبت به آب و کمان v =
 با سرعت u نسبت به زمین و آب = ناظر متحرک

$$\vec{v} = \vec{u} + \vec{v}'$$

$$\vec{u} \begin{vmatrix} u \\ 0 \end{vmatrix} \quad \vec{v}' \begin{vmatrix} -v' \sin \theta \\ +v' \cos \theta \end{vmatrix}$$

$$\Rightarrow \vec{v} = \begin{vmatrix} u - v' \sin \theta = 2 - 1.8 \times \frac{1}{2} = -2 \frac{m}{s} \\ v' \cos \theta = 1.8 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = \end{vmatrix}$$

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$$

مگر واقعی تر

$$\tan \alpha = \frac{|v_x|}{|v_y|} = \frac{2}{1.8 \frac{\sqrt{3}}{2}}$$

در راستای y $y = v_y t \Rightarrow 20 = 1.8 \times \frac{\sqrt{3}}{2} \times t$

$$t = \frac{20}{\frac{\sqrt{3}}{2}} s = \underline{\underline{21.17 s}}$$