

۱۷۰۰- مکان ذره‌ای که در راستای محور  $x$  حرکت می‌کند بر حسب سانتی‌متر با رابطه  $x = 9/75 + 1/50 t^2$  داده می‌شود، که در آن  $t$  بر حسب ثانیه است. مطلوب است محاسبه (الف) سرعت میانگین در بازه  $t = 2/00s$  تا  $t = 3/00s$ ؛ (ب) سرعت لحظه‌ای در  $t = 2/00s$ ؛ (پ) سرعت لحظه‌ای در  $t = 3/00s$ ؛ (ت) سرعت لحظه‌ای در  $t = 2/50s$ ؛ و (ث) سرعت لحظه‌ای وقتی که ذره در نیمه راه بین مکان متناظر با  $t = 2/00s$  و  $t = 3/00s$  قرار دارد. (ج) نمودار  $x$  را بر حسب  $t$  رسم کنید و پاسخهای خود را به طور نموداری نشان دهید.

١

$$\vec{r}(t) = \text{موقع} \longrightarrow \vec{v}(t) = \frac{d\vec{r}}{dt}$$

: ١٧ - ٢

$$\vec{a}(t) = \frac{d^2\vec{r}}{dt^2}$$

الـ)  $\Delta t = 3 - 2$   $\vec{V} = ?$  ,  $x = 9,1 \sqrt{8} + 1,8 t^3$

$$\vec{V} = \frac{\vec{r}_2 - \vec{r}_1}{t_2 - t_1} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{80,1 \sqrt{8} - 21,1 \sqrt{8}}{3 - 2} = 59,1 \sqrt{8}$$

$$x_2 = x(t=3) = 80,1 \sqrt{8}$$

$$x_1 = x(t=2) = 21,1 \sqrt{8}$$

٢)  $v_{\text{خطي}}(t=2) = ?$

$$v = \frac{dx}{dt} = 1,8 \times 3 t^2$$

$$v(2) = 18$$

٣)  $v(t=3) = ?$

$$v(3) = 1,8 \times 3 \times 9 = 48,6$$

۳۰۰- ترمز کردن می‌تواند با آهنگ  $5/2 \text{ m/s}^2$  سرعت اتومبیل را کاهش دهد. (الف) اگر با سرعت  $137 \text{ km/h}$  در حال حرکت باشید و ناگهان با پلیس روبه‌رو شوید، کمینه‌ی زمان مورد نیاز برای این که تندی اتومبیل خود را به حد تندی  $90 \text{ km/h}$  برسانید چقدر است؟ (این جواب روشن خواهد کرد که ترمز کردن برای فرار از آشکار شدن تخلف توسط رادار یا تفنگ لیزری بی فایده است.) (ب) نمودار  $x$  را بر حسب  $t$  و  $v$  را بر حسب  $t$  برای چنین حرکت کند شونده‌ای رسم کنید.



1

: 3. - 1

$$a = -8,2 \frac{m}{s^2}$$

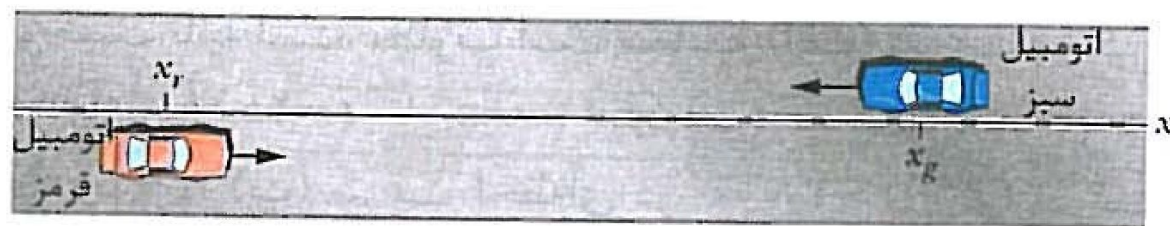
$$V_1 = 137 \frac{km}{h} = 137 \times \frac{1000}{3600} = 38 \frac{m}{s} \quad , \quad V_2 = 90 \frac{km}{h} = 25 \frac{m}{s}$$

$$t = ?$$

$$V_2 - V_1 = at \Rightarrow 25 - 38 = -8,2 t$$

$$t = 1,6 s$$

۳۴۰۰- GO در شکل ۲-۲۴، یک اتومبیل قرمز رنگ و یک اتومبیل سبز رنگ که به غیر از رنگ شبیه یکدیگرند در دو خط مجاور و موازی با محور  $x$  به طرف هم حرکت می‌کنند. در لحظه  $t=0$ ، اتومبیل قرمز رنگ در  $x_r=0$  و اتومبیل سبز رنگ در  $x_g=220\text{ m}$  قرار دارند. اگر تندی ثابت اتومبیل قرمز رنگ  $20\text{ km/h}$  باشد، این دو اتومبیل در نقطه  $x=44/5\text{ m}$  از یکدیگر عبور می‌کنند، و اگر تندی ثابت آن  $40\text{ km/h}$  باشد، آنها در نقطه  $x=76/6\text{ m}$  از یکدیگر می‌گذرند. (الف) سرعت اولیه و (ب) شتاب اتومبیل سبز رنگ چقدر است؟



شکل ۲-۲۴ مسئله‌های ۳۴ و ۳۵



$$x_r = v_r t \Rightarrow 44,8 = 8,8 t \Rightarrow t = 5,1 \text{ s}$$

$$x_g = x_c = -\frac{1}{2} a t^2 + v_g t + 22 = 44,8$$

$$\Rightarrow -\frac{1}{2} \times 1,1 \times (5,1)^2 - 1,1 v_g + 22 = 44,8$$

$$-22,1 a - 5,6 v_g = -14,8 \quad (1)$$

مثلاً  $x_r = x_c \Rightarrow v_{g,1} = 11 t \Rightarrow t = 9,95$

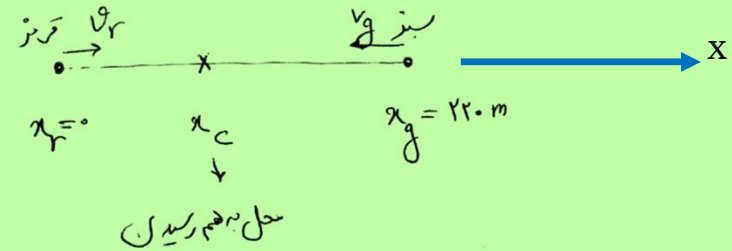
$$x_g = x_c \Rightarrow -\frac{1}{2} a t^2 - v_g t + 22 = 11 t$$

$$-22,1 a - 9,95 v_g = -14,8 \quad (2)$$

$$(1) \quad \begin{cases} 22,1 a + 5,6 v_g = 14,8 \\ 22,1 a + 9,95 v_g = 14,8 \end{cases}$$

$$(2) \quad \begin{cases} 22,1 a + 5,6 v_g = 14,8 \\ 22,1 a + 9,95 v_g = 14,8 \end{cases}$$

$$a = 1,14 \text{ m/s}^2 \quad v_g = 1,1 \text{ m/s}$$



مثلاً  $v_r = 20 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 5,56 \text{ m/s}$

$$x_c = 44,8 \text{ m}$$

مثلاً  $v_r = 20 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 5,56 \text{ m/s}$

$$x_c = 11,1 \text{ m}$$

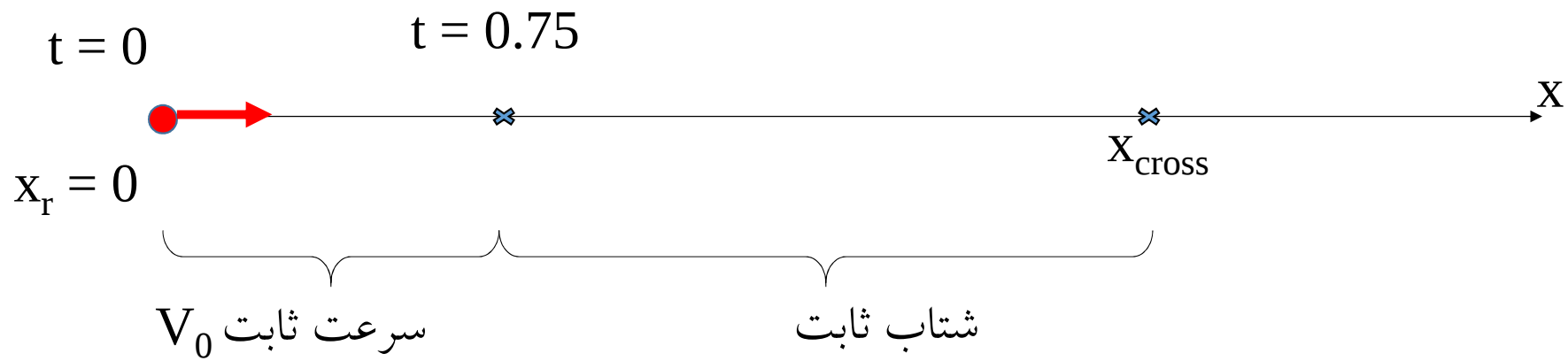
$$v_g = ?$$

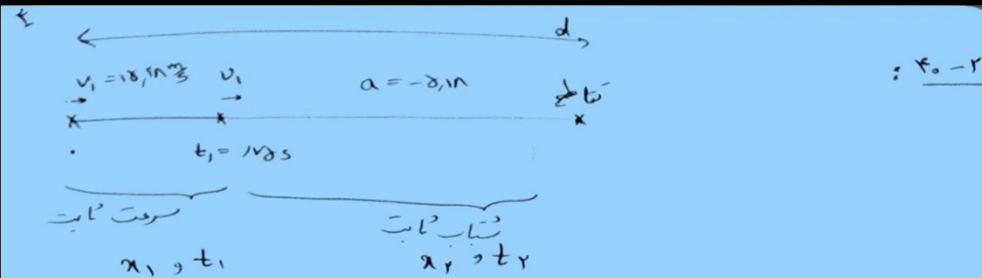
$$a_g = ?$$

$$x_r = v_r t, \quad x_g = -\frac{1}{2} a_g t^2 - v_g t + 22$$

مثلاً  $x_r = x_g = x_c = 44,8$

۴۰۰۰- هنگامی که چراغ راهنمایی زرد روشن می‌شود به طرف آن نزدیک می‌شوید. تندی شما حد تندی قانونی  $v_0 = 55 \text{ km/h}$  است؛ بهترین آهنگ کاهش شتاب شما دارای بزرگی  $a = 5/18 \text{ m/s}^2$  است. بهترین زمان واکنش شما برای ترمز کردن  $T = 0/75 \text{ s}$  است. برای جلوگیری از ورود جلوی اتومبیل به تقاطع پس از این که چراغ قرمز شد، اگر فاصله با تقاطع و زمان روشن ماندن چراغ زرد (الف)  $40 \text{ m}$  و  $2/8 \text{ s}$  (ب)  $32 \text{ m}$  و  $1/8 \text{ s}$  باشد، آیا شما برای توقف باید ترمز کنید یا با همان تندی  $55 \text{ km/h}$  به حرکت خود ادامه دهید؟ پاسخ دهید ترمز می‌کنم، به حرکت ادامه می‌دهم، یکی از این دو روش (وقتی که یکی از آنها مؤثر است) را نام ببرید یا این که پاسخ دهید هیچ کدام (هنگامی که هیچ کدام مؤثر نیستند و زمان چراغ زرد کافی نیست).





ا)  $d = 40 \text{ m}$

با سرعت ثابت حرکت کند     $x_1 + x_2 \mid (t = 1,75) = 18,28 \times 1,75 + 18,28 \times (1,75 - 1,75)$   
 (بدون تغییر در سرعت)     $= 18,28 \times 1,75 = 31,99 \text{ m}$

لذا هر دو در همان زمان به هم می‌رسند و در آنجا توقف می‌کنند

اگر نزدیکتر شوند     $x_1 + x_2 = 18,28 \times 1,75 + 31,99 = 63,97$   
 به سرعت ثابت     $\text{توقف می‌کنند}$

$0 - v_1^2 = 2ax_1 \Rightarrow -(18,28)^2 = 2 \times (-8,18) \times x_1$   
 $\Rightarrow x_1 = 20,0 \text{ m}$

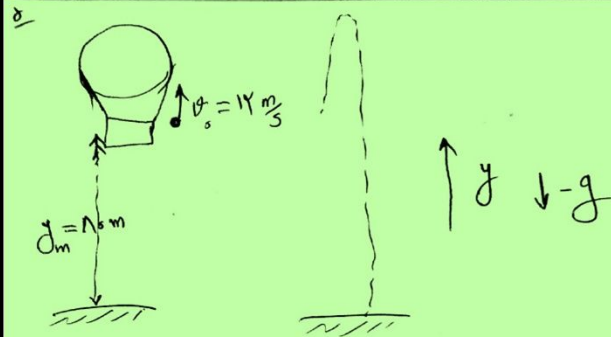
در صورت نزدیک شدن به هم از راه دور به هم می‌رسند  
 تا جایی که متوقف می‌شوند

ب)  $d = 32 \text{ m}$  ،  $t = 1,75$

$31,99 > 32 \rightarrow$  اگر نزدیکتر شوند به هم می‌رسند / در صورت ثابت بودن سرعت  
 تا جایی که متوقف می‌شوند از آنجا که در آنجا توقف می‌کنند

۴۹- SSM یک بالون هوای گرم با آهنگ  $12\text{ m/s}$  به بالا می‌رود و در ارتفاع  $80\text{ m}$  بالاتر از زمین بسته‌ای را به طرف زمین می‌اندازد. (الف) چقدر طول می‌کشد تا بسته به زمین برسد؟ (ب) بسته با چه تنیدی با زمین برخورد می‌کند؟





۳۹-۲

$$y = -\frac{1}{2}gt^2 + v_0t + 8_0$$

سرعت اولیه = سرعت بالون

سرعت برقرار بازرس  $y=0 \Rightarrow -\frac{1}{2} \times 10 \times t^2 + 12t + 8_0 = 0$

$$-5t^2 + 12t + 8_0 = 0$$

$$t = 3,1\text{ s}$$

سرعت برقرار بازرس

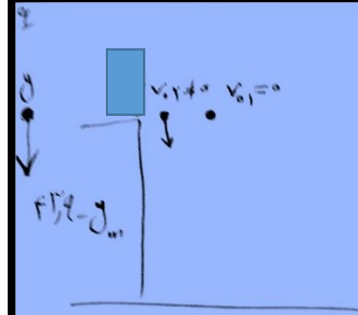
$$v = v_0 - gt$$

$$v = 12 - g \times 3,1 = 12 - 10 \times 3,1$$

$$v = -19\text{ m/s}$$

۵۴۰۰- سنگی از روی پل رودخانه‌ای که ۴۲/۹m از آب بالاتر است درون آب رها می‌شود. سنگ دیگری ۱/۵۵s پس از آن به طور قائم به سمت پایین پرتاب می‌شود. هر دو سنگ در یک زمان به آب برخورد می‌کنند. (الف) نندی اولیه سنگ دوم چقدر بوده است؟ (ب) اگر زمان صفر را لحظه رها شدن سنگ اول در نظر بگیریم، نمودار سرعت را بر حسب زمان برای هر کدام از سنگها رسم کنید.





$$1: y_1 = \frac{1}{2} g t^2$$

$$2: y_2 = \frac{1}{2} g (t-1)^2 + v_{02} (t-1)$$

د نقطه یو

$$y_1 = y_2 \Rightarrow \frac{1}{2} g t^2 = \frac{1}{2} g (t-1)^2 + v_{02} (t-1)$$

$$\frac{1}{2} g t^2 - g t + \frac{1}{2} g$$

$$\Rightarrow 0 = -g t + \frac{1}{2} g + v_{02} (t-1) \quad (1)$$

$y_1 = 43.9$  متر از سطح زمین

$$y_1 = y_m \Rightarrow 43.9 = \frac{1}{2} g t^2$$

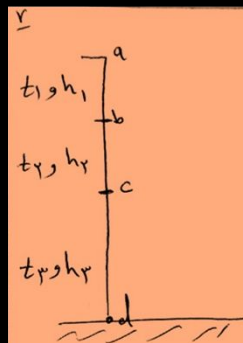
$$t = 2.99 \text{ s} \quad (2)$$

$$(1), (2) \Rightarrow v_{02} = \frac{g t - \frac{1}{2} g}{t-1} = \frac{10 \times 2.99 - \frac{10}{2}}{2.99-1}$$

$$v_{02} = 12.80 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$



یک گوی فولادی از بام ساختمانی رها می‌شود و از مقابل پنجره‌ای که فاصله‌ی بالا تا پایین آن  $1,20\text{m}$  است، در مدت  $0,125\text{s}$  عبور می‌کند. آنگاه این گوی پس از واجهیدن از سطح پیاده‌رو دوباره از مقابل پنجره می‌گذرد و از پایین تا بالای آن را در مدت  $0,125\text{s}$  می‌پیماید. فرض کنید پرواز رو به بالای گوی دقیقاً معکوس فروافتادن آن باشد. زمانی که گوی زیر بخش پایینی پنجره بوده است برابر با  $2,00\text{s}$  است. بلندی ساختمان چقدر است؟



$$v_a = 0$$

؛ ٩) - ٢

$$h_r = 1.2 \text{ m}$$

$$t_r = 1.128 \text{ s}$$

$$t_r = 1 \text{ s}$$

$$v_{\text{النهاية}} = ?$$

$$a \rightarrow b \begin{cases} v_b = v_a + g t_1 \rightarrow v_b = 0 + 10 t_1 \\ h_1 = \frac{1}{2} g t_1^2 + v_a t_1 \end{cases} \Rightarrow 1.19 \sqrt{8} = 10 t_1$$

$$t_1 = 1.19 \sqrt{8}$$

$$b \rightarrow c \begin{cases} v_c = v_b + g t_r \\ h_r = \frac{1}{2} g t_r^2 + v_b t_r \rightarrow 1.2 = \frac{1}{2} \times 10 \times (1.128)^2 + v_b \times 1.128 \\ v_c^2 - v_b^2 = 2 g h_r \end{cases} \rightarrow v_b = 1.19 \sqrt{8} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$c \rightarrow d \begin{cases} v_d = v_c + g t_r \\ h_c = \frac{1}{2} g t_r^2 + v_c t_c \end{cases}$$

$$t_{\text{ج}} = t_1 + t_r + t_c = 1.19 \sqrt{8} + 1.128 + 1 = 2.028 \text{ s}$$

$$h_{\text{ج}} = v_a + \frac{1}{2} g t_{\text{ج}}^2 = 0 + \frac{1}{2} \times 10 \times (2.028)^2 = 20.148 \text{ m}$$

خلبانی با  $1300 \text{ km/h}$ ، در ارتفاع  $h = 35 \text{ m}$  بالای سطح زمین به طور افقی پرواز می کند. ولی در زمان  $t = 0$ ، خلبان شروع به پرواز بر فراز زمینی می کند که شیب رو به بالای آن  $\theta = 4.3^\circ$  است (شکل ۲-۴۱). اگر خلبان جهت گیری هواپیما را تغییر ندهد، در چه زمان  $t$  یی هواپیما به زمین برخورد می کند؟



N

:  $v_f - v$

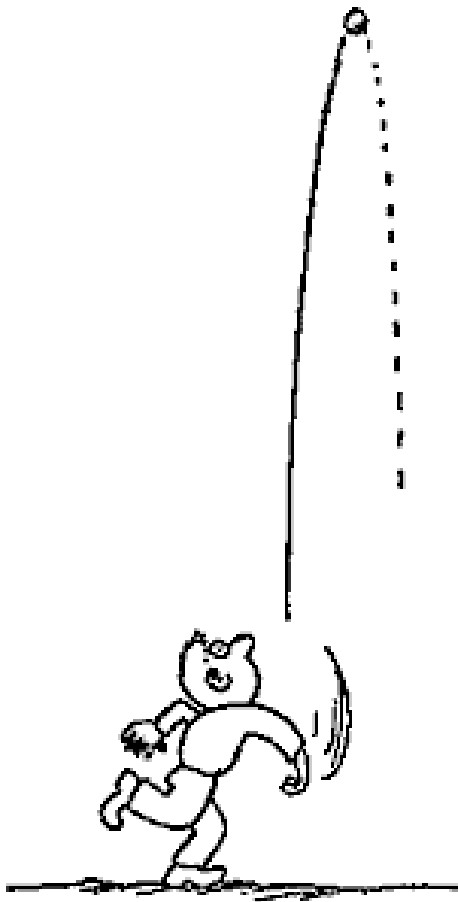


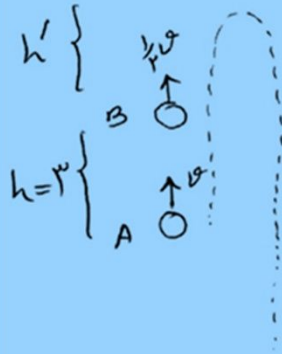
$$\tan \theta = \frac{h}{x} \quad , \quad x = vt \quad , \quad v = 13 \cdot \frac{\text{km}}{\text{h}} = 3.61 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\Rightarrow \tan \theta = \frac{h}{vt} \Rightarrow t = \frac{h}{v \tan \theta} = \frac{3.6}{3.61 \times \tan 4.3}$$

$$t = 1.29 \text{ s}$$

سنگی به طور قائم به طرف بالا پرتاب می شود. در این حرکت رو به بالا از نقطه  $A$  با تندی  $v$  و از نقطه  $B$ ،  $3/00\text{m}$  بالاتر از نقطه  $A$  با تندی  $\frac{1}{4}v$  می گذرد. مطلوب است (الف) تندی  $v$  و (ب) بیشینه ارتفاعی که سنگ به بالاتر از نقطه  $B$  می رسد.





$$: 9.8 - 2$$

$$v_B^2 - v_A^2 = -2gh$$

$$\left(\frac{1}{2}v\right)^2 - v^2 = -2 \times 10 \times 3 \Rightarrow \frac{1}{4}v^2 = -12$$

$$v^2 = 10 \Rightarrow v = \sqrt{10}$$

$$v_0^2 - v_B^2 = -2gh'$$

$$0 - \left(\frac{\sqrt{10}}{2}\right)^2 = -2 \times 10 \times h'$$

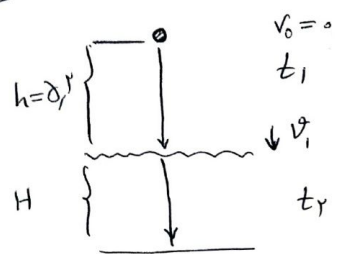
$$10 \cdot h' = \frac{10}{4} = 2.5 \Rightarrow h' = 1 \text{ m}$$

یک گلوله‌ی سربی از تخته‌ی شیرجه‌ای که  $5,20\text{ m}$  بالاتر از سطح آب قرار دارد به‌داخل یک استخر فرومی‌افتد. گلوله با سرعت معینی به سطح آب برخورد می‌کند و سپس با همان سرعت ثابت تا کف استخر فرو می‌رود. گلوله  $4,80\text{ s}$  پس از رها شدن به کف استخر می‌رسد. (الف) عمق استخر چقدر است؟ (ب) بزرگی و (پ) جهت (رو به بالا یا رو به پایین) سرعت متوسط گلوله در کل سقوط چیست؟ فرض کنید که همه‌ی آب استخر تخلیه شود. اکنون گلوله طوری از تخته‌ی شیرجه پرتاب می‌شود که دوباره در مدت  $4,80\text{ s}$  به کف استخر برسد. (ت) بزرگی و (ث) جهت سرعت اولیه‌ی گلوله چیست؟



۹

: ۹۶ - ۲



در بالا سطح آب

$$y = \frac{1}{2} a t^2 \rightarrow h = \frac{1}{2} g t_1^2 \Rightarrow 0.2 = \frac{1}{2} \times 10 \times t_1^2$$

$$t_1 = 1.02 \text{ s}$$

سرعت در نقطه برخورد با آب

$$v_1 = v_0 + g t_1 = 0 + 10 \times 1.02$$

$$= 10.2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

سرعت در زیر آب  $v_w = v_1 = 10.2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

$$H = v_w t_2 = v_1 (t_2 - t_1)$$

$$= 10.2 \times (1.8 - 1.02) = 7.98 \text{ m}$$

تومبیلی که با  $56,0 \text{ km/h}$  در حرکت است، وقتی راننده  
ترمز می‌کند به فاصله‌ی  $24,0 \text{ m}$  از مانعی قرار دارد. اتومبیل  $2,00 \text{ s}$   
بعد به مانع برخورد می‌کند. (الف) بزرگی شتاب اتومبیل، پیش از  
برخورد چقدر است؟ (ب) تندی اتومبیل در موقع برخورد چقدر  
است؟



(الف) اگر شتاب بیشینه‌ای که برای مسافران یک قطار زیرزمینی قابل تحمل است برابر با  $1/34 \text{ m/s}^2$  و فاصله‌ی ایستگاه‌های قطار  $806 \text{ m}$  باشد، تندی بیشینه‌ای که یک قطار زیرزمینی می‌تواند بین دو ایستگاه به آن برسد، چقدر است؟ (ب) زمان حرکت بین دو ایستگاه چقدر است؟ (پ) اگر یک قطار زیرزمینی در هر ایستگاه به مدت  $20 \text{ s}$  توقف کند، تندی متوسط بیشینه‌ی این قطار از یک شروع تا شروع بعدی چقدر است؟ (ت) نمودارهای  $x$ ،  $v$  و  $a$  را بر حسب  $t$  برای یک بازه‌ی یک شروع تا شروع بعدی رسم کنید.



کلیدی از پلی که  $45\text{m}$  بالای سطح آب است  
فرومی افتد. این کلید مستقیماً به داخل قایق مدلی فرو می افتد که با  
سرعت ثابتی حرکت می کند و به هنگام رها شدن کلید به فاصله‌ی  
 $12\text{m}$  از محل برخورد بوده است. تندی قایق چقدر است؟



دو ذره در راستای محور  $x$  حرکت می‌کنند. مکان ذره‌ی

۱ با  $x = 6,0 \cdot t^2 + 3,0 \cdot t + 2,0$  (برحسب متر و ثانیه) داده شده

است؛ شتاب ذره‌ی ۲ با  $a = -8,0 \cdot t$  (برحسب متر بر مجذور ثانیه

و ثانیه) داده شده است و در  $t = 0$ ، سرعت آن برابر با  $20 \text{ m/s}$

است. وقتی سرعت‌های این دو ذره باهم برابر است، سرعت آن‌ها

چقدر است؟



در لحظه‌ای که چراغ راهنما سبز می‌شود، اتومبیلی با شتاب ثابت  $a = 2,2 \text{ m/s}^2$  شروع به حرکت می‌کند. در همان لحظه، کامیونی که با تندی ثابت  $9,5 \text{ m/s}$  در حرکت است، از اتومبیل سبقت گرفته و از آن عبور می‌کند. (الف) در چه فاصله‌ای از چراغ راهنمایی، اتومبیل از کامیون سبقت خواهد گرفت؟ (ب) اتومبیل در این لحظه با چه سرعتی در حال حرکت است؟



برای توقف یک اتومبیل، نخست به زمان واکنش معینی برای شروع به ترمز گرفتن نیاز دارید؛ آنگاه اتومبیل با آهنگ ثابتی کند می‌شود. فرض کنید مسافت کلی که اتومبیل شما در حین این دو مرحله طی می‌کند، به‌ازای تندی اولیه‌ی  $80/5 \text{ km/h}$  برابر با  $56/7 \text{ m}$  و به‌ازای تندی اولیه‌ی  $48/3 \text{ km/h}$  برابر با  $24/4 \text{ m}$  باشد.

(الف) زمان واکنش و (ب) بزرگی شتاب اتومبیل چقدر است؟



سنگی از صخره‌ای به بلندی  $100\text{m}$  فرومی‌افتد. چه قدر طول می‌کشد تا سنگ (الف)  $50\text{m}$  اول و (ب)  $50\text{m}$  دوم را طی کند؟



توپى از بالای ساختمانی به بلندی  $36.6\text{ m}$  به طور قائم رو به پایین پرتاب می شود. این توپ  $2/00\text{ s}$  پس از رها شدن، از بالای پنجره ای که  $12.2\text{ m}$  بالای سطح زمین قرار دارد، عبور می کند. تندی توپ به هنگام عبور از بالای پنجره چقدر بوده است؟



چتربازی از هواپیما بیرون می‌پرد و  $50\text{m}$  را به طور آزاد سقوط می‌کند. سپس چتر او باز می‌شود و از آن پس با شتاب کاهنده‌ی  $2.0\text{m/s}^2$  حرکت می‌کند. او با تندی  $3.0\text{m/s}$  به سطح زمین می‌رسد. (الف) چتر باز چه مدت در هوا بوده است؟ (ب) از چه ارتفاعی، سقوط او شروع شده است؟



یک هواپیمای جمبوجت برای بلند شدن از زمین باید به  
تندی  $360 \text{ km/h}$  برسد. کمترین شتاب ثابت موردنیاز برای بلند  
شدن از بانندی به طور  $1/80 \text{ km}$  چقدر است؟

