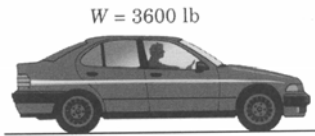


## فصل اول

### آشنایی با دینامیک



۱-۱) اتومبیل به وزن ۳۶۰۰ lb داریم. الف) جرم اتومبیل را برحسب اسلاگ، ب) وزن آن برحسب نیوتن، ج) جرم آن برحسب کیلوگرم را بدست آورید.

✓ حل: الف)

$$W = mg \rightarrow m = \frac{W}{g} = \frac{3600}{32.2} = 111.8 \text{ slug}$$

$$W = 3600 \text{ lb} \times \frac{4.44822 \text{ N}}{\text{lb}} = 16013 \text{ N} \quad \text{ب)}$$

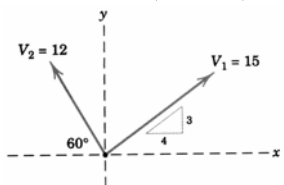
$$m = \frac{W}{g} = \frac{16013}{9.82} = 1630 \text{ kg} \quad \text{ج)}$$

۲-۱) جرم خودتان را برحسب اسلاگ بدست آورید. وزن خود را برحسب نیوتن بدست آورید، سپس جرم متناظر با آن را برحسب کیلوگرم بدست آورید.

$$W = mg \rightarrow 170 = m \times 32.2 \rightarrow m = 5.27 \text{ slug} \quad \text{✓ حل: برای شخصی به وزن ۱۷۰ پوندی داریم:}$$

$$W = 170 \text{ lb} \times \frac{4.44822 \text{ N}}{\text{lb}} = 756.2 \text{ N}$$

$$W = mg \rightarrow 756.2 = m \times 9.82 \rightarrow m = 77 \text{ kg}$$



۳-۱) بردارهای  $V_1 \times V_2$  را داریم: بردارهای  $V_1 + V_2$ ،  $V_1 - V_2$ ،  $V_1 \cdot V_2$  و  $V_2 \cdot V_1$  بدست آورید. بردارها را بدون بعد در نظر بگیرید.

✓ حل:

$$V_1 + V_2 = 15 + 12 = 27$$

$$V_1 = 15 \left( \frac{4}{5} \mathbf{i} + \frac{3}{5} \mathbf{j} \right) = 12 \mathbf{i} + 9 \mathbf{j}$$

$$V_2 = 12 (-\cos 60^\circ \mathbf{i} + \sin 60^\circ \mathbf{j}) = -6 \mathbf{i} + 10.4 \mathbf{j}$$

$$V_1 + V_2 = (12 - 6) \mathbf{i} + (9 + 10.4) \mathbf{j} = 6 \mathbf{i} + 19.4 \mathbf{j}$$

$$V_1 - V_2 = (12 - (-6)) \mathbf{i} + (9 - 10.4) \mathbf{j} = 18 \mathbf{i} - 1.4 \mathbf{j}$$

$$V_1 \times V_2 = (12 \mathbf{i} + 9 \mathbf{j}) \times (-6 \mathbf{i} + 10.4 \mathbf{j}) = (12 \cdot 10.4 - 54) \mathbf{k} = 178.8 \mathbf{k}$$

$$V_2 \times V_1 = -(V_1 \times V_2) = -178.8 \mathbf{k}$$

$$V_1 \cdot V_2 = (12 \mathbf{i} + 9 \mathbf{j}) \cdot (-6 \mathbf{i} + 10.4 \mathbf{j}) = (12)(-6) + (9)(10.4) = 21.6$$

۴-۱) وزن یک دوجین سیب ۵ lb می باشد. جرم متوسط یک سیب را در سیستم های SI و اینچی بدست آورید. وزن یک سیب را در سیستم SI بدست آورید.

$$m = \frac{W}{g} = \frac{5}{32.2} = 0.155 \text{ slug} \quad \text{✓ حل:}$$

$$W = \frac{0.155}{12} = 0.0129 \text{ slug} \quad \text{وزن یک سیب}$$

$$m = 0.0129 \text{ slug} \left( \frac{14.594 \text{ kg}}{\text{slug}} \right) = 0.1888 \text{ kg}$$

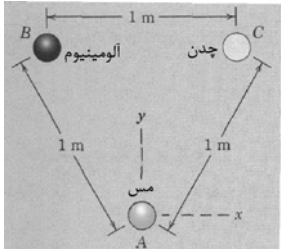
$$W = mg = 0.1888 \times 9.82 = 1.854 \text{ N}$$

(۵-۱) دو گوی آهنی با هم تماس دارند. در کدام فاصله  $r$  از مرکز زمین نیروی جاذبه متقابل به هم دو گوی با نیرویی که زمین بر هر یک از این دو گوی اعمال می‌کند برابر می‌باشد. قطر هر گوی  $100 \text{ mm}$  می‌باشد.

$$m = \rho V = 7210 \left( \frac{4}{3} \pi (0.05)^3 \right) = 3.78 \text{ kg} \quad \checkmark \text{ حل: اعداد ثابت از پیوست (د):}$$

$$F_{e-m} = F_{m-m} : \frac{G m_e m}{r^2} = \frac{G m^2}{d^2} \times r = d \sqrt{\frac{m_e}{m}}$$

$$r = 0.1 \sqrt{\frac{5.976 \times 10^{24}}{3.78 \times 10^3}} = 1.25 \times 10^8 \text{ km}$$



(۶-۱) سه گوی در رئوس یک مثلث متساوی‌الاضلاع قرار دارد و کل مجموعه در اعماق فضا می‌باشد. این گوی‌ها هر یک دارای قطر  $100 \text{ mm}$  و از فلزات مختلف ساخته شده‌اند. براینند  $R$  نیروهای گرانشی که گوی‌های آلومینیومی و چدنی بر گوی مسی اعمال می‌کند را بدست آورید.

$\checkmark$  حل:

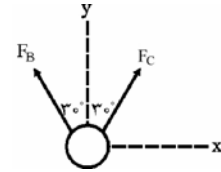
$$V_A = V_B = V_C = V$$

$$F_C = \frac{G m_A m_C}{d_{AC}^2} = \frac{G V^2 \rho_A \rho_C}{d_{AC}^2} = \frac{6.673 \times 10^{-11} \left( \frac{4}{3} \pi (0.05)^3 \right)^2 \times 8910 \times 7210}{1^2} = 1.172 \times 10^{-9} \text{ N}$$

$$F_B = \frac{G m_A m_B}{d_{AB}^2} = \frac{G V^2 \rho_A \rho_B}{d_{AB}^2} = \frac{6.673 \times 10^{-11} \left( \frac{4}{3} \pi (0.05)^3 \right)^2 \times 8910 \times 2690}{1^2} = 4.38 \times 10^{-10} \text{ N}$$

$$\mathbf{R} = \mathbf{F}_B + \mathbf{F}_C = 4.38 \times 10^{-10} (-\sin 30^\circ \mathbf{i} + \cos 30^\circ \mathbf{j}) + 1.175 \times 10^{-9} (\sin 30^\circ \mathbf{i} + \cos 30^\circ \mathbf{j})$$

$$\rightarrow \mathbf{R} = (3.68 \mathbf{i} + 13.98 \mathbf{j}) \times 10^{-10} \text{ N}$$



(۷-۱) یک شاتل فضایی در مدار دایره‌ای به ارتفاع  $150 \text{ mi}$  دوران می‌کند. مقدار مطلق  $g$  در این ارتفاع و وزن مربوط به سرنشین شاتل که بر سطح زمین و در عرض جغرافیایی  $45^\circ$  وزنی برابر  $200 \text{ lb}$  دارد را بدست آورید. آیا مفهوم مطلق برای اصطلاحات شتاب گرانش صفر و بی‌وزنی که گاه برای توصیف شرایط در داخل فضاپیماهاى مداری به کار برده می‌شود صحیح می‌باشد.

$$m = \frac{W}{g} = \frac{200}{32.2} = 6.22 \text{ slug}$$

$\checkmark$  حل:

$$g_h = \frac{G m_e}{(R+h)^2} = \frac{(3.739 \times 10^{-8})(4.095 \times 10^{23})}{((3959)(5280) + (150)(5280))^2} = 29.9 \text{ ft/s}^2$$

$$W_h = m g_h = 6.22 \times 29.9 = 186.01 \text{ lb}$$

(۸-۱) ارتفاع  $h$  بر بالای قطب شمال که در آن وزن جسم به اندازه  $1\%$  وزن آن روی سطح زمین کاهش یابد را بدست آورید. با فرض زمین بصورت کره‌ای به شعاع  $R$  عبارت  $h$  را برحسب  $R$  بدست آورید.

$$F_h = \frac{1}{2} F \rightarrow mg_h = \frac{1}{2} mg \rightarrow \frac{R^2}{(R+h)^2} g = \frac{1}{2} g \rightarrow R^2 = \frac{1}{2} (R+h)^2 \quad \checkmark \text{ حل:}$$

$$\rightarrow \frac{1}{2} R^2 - \frac{1}{2} h^2 - R h = 0 \rightarrow h = \frac{1}{2} R$$

۹-۱) شتاب حاصل از گرانش نسبت به زمین دوار و مقدار مطلق آن هر گاه زمین چرخش نکند را در عرض جغرافیایی  $45^\circ$  شمالی یا جنوبی بدست آورید. نتایج بدست آمده را با مقادیر ذکر شده در شکل ۱-۱ مقایسه کنید.

$$g_{\text{نسبی}} = 9,780,327(1 + 0,005279 \sin^2 \gamma + 0,000023 \sin^4 \gamma) \quad \checkmark \text{ حل:}$$

$$\gamma = 45^\circ \rightarrow g_{\text{نسبی}} = 9,80619 \text{ m/s}^2$$

$$g_{\text{مطلق}} = g_{\text{نسبی}} + 0,3382 \cos^2 \gamma = 9,80619 + 0,3382 \cos^2 45^\circ = 9,823 \text{ m/s}^2$$

۱۰-۱) وزن مطلق مردی به جرم  $90 \text{ kg}$  و وزن همین مرد نسبت به زمین دوار در صورتیکه در عرض جغرافیایی  $40^\circ$  روی سطح زمین قرار داشته باشد را بدست آورید.

$$g_{\text{نسبی}} = 9,780,327(1 + 0,005279 \sin^2 40^\circ + 0,000023 \sin^4 40^\circ) \quad \checkmark \text{ حل:}$$

$$g_{\text{نسبی}} = 9,801698 \text{ m/s}^2$$

$$g_{\text{مطلق}} = g_{\text{نسبی}} + 0,3382 \cos^2 \gamma = 9,801698 + 0,3382 \cos^2 40^\circ = 9,821544 \text{ m/s}^2$$

$$W_{\text{مطلق}} = mg_{\text{مطلق}} = 90 \times 9,821544 = 883,9 \text{ N}$$

$$W_{\text{نسبی}} = mg_{\text{نسبی}} = 90 \times 9,801698 = 882,2 \text{ N}$$

۱۱-۱) کاهش وزن مطلق کوهنوردی به جرم  $80 \text{ kg}$  وقتی از دامنه کوه اورست به ارتفاع  $2440$  متر، به قله آن در ارتفاع  $8848$  متری بالا می‌رود را بدست آورید. عرض جغرافیایی اورست  $28^\circ$  شمالی و شعاع متوسط کره زمین  $6371 \text{ km}$  می‌باشد.

$$\checkmark \text{ حل: از شکل (۱-۱) برای عرض جغرافیایی } 28^\circ \text{ شتاب گرانشی } g = 9818 \text{ mm/s}^2 \text{ می‌باشد:}$$

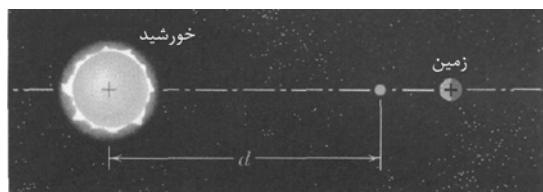
$$g = g_0 \left( \frac{R}{R+h} \right)^2$$

$$h = 8848 \text{ m} \rightarrow g = 9818 \left( \frac{6371 \times 10^3}{6371 \times 10^3 + 8848} \right)^2 = 9,791 \text{ m/s}^2$$

$$h = 2440 \text{ m} \rightarrow g = 9818 \left( \frac{6371 \times 10^3}{6371 \times 10^3 + 2440} \right)^2 = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$\Delta W = m \Delta g = 80(9,81 - 9,791) = 1,576 \text{ N}$$

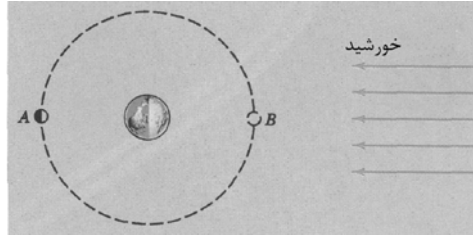
۱۲-۱) فاصله  $d$  از مرکز خورشید که در آن فاصله نیروهای جاذبه برابر فاصله آن از طرف زمین و



خورشید بر یک ذره اعمال می‌شود را به دست آورید. ذره فقط می‌تواند روی خط واصل بین مراکز زمین و خورشید حرکت کند. دو جواب بدست آمده را از لحاظ فیزیکی تفسیر کنید.

$$F_{mm_s} = F_{mm_e} \rightarrow \frac{Gmm_s}{d^2} = \frac{Gmm_e}{(r_{se} - d)^2} \rightarrow d^2(m_s - m_e) - d(2m_s r) + m_s r^2 = 0 \quad \checkmark \text{ حل:}$$

$$\begin{aligned} &\rightarrow d^3((333000)(5,976 \times 10^{24}) - 5,979 \times 10^{24}) \\ &-d(2)(333000)(5,979 \times 10^{24}) \times 149,6 \times 10^9 \\ &+(333000)(5,979 \times 10^{24})(149,6 \times 10^9) = 0 \\ &\rightarrow d = 149,9 \times 10^6 \text{ km or } d = 149,3 \times 10^6 \text{ km} \end{aligned}$$



۱۳-۱) وقتی که ماه در نقطه A واقع است نسبت  $R_A$ ، یعنی نیروی که خورشید بر ماه اعمال می‌کند به نیروی که زمین بر ماه اعمال می‌کند را بدست آورید، مسئله را برای شرایطی که ماه در نقطه B قرار دارد را دوباره حل کنید.

✓ حل:

$$\begin{aligned} F_{em} &= \frac{G m_e m_m}{r_{em}^2} = \frac{(6,673 \times 10^{-11})(1)(0,0123)(5,976 \times 10^{24})^2}{(3,84398 \times 10^8)^2} = 1,984 \times 10^2 \text{ N} \\ (F_{sm})_A &= \frac{G m_s m_m}{(r_{em} + r_{es})^2} = \frac{(6,673 \times 10^{-11})(333000)(0,0123)(5,976 \times 10^{24})^2}{(1,496 \times 10^{11} + 3,8439 \times 10^8)^2} = 4,34 \times 10^2 \text{ N} \\ (F_{sm})_B &= \frac{G m_s m_m}{(r_{es} - r_{em})^2} = \frac{(6,673 \times 10^{-11})(333000)(0,0123)(5,976 \times 10^{24})^2}{(3,8439 \times 10^8 - 1,496 \times 10^{11})^2} = 4,38 \times 10^2 \text{ N} \\ R_A &= \frac{(F_{sm})_A}{F_{em}} = \frac{4,34 \times 10^2}{1,984 \times 10^2} = 2,187 \end{aligned}$$

۱۴-۱) ضریب درگ یک اتومبیل از رابطه  $C_D = \frac{D}{\frac{1}{2} \rho v^2 s}$  بدست می‌آید.  $D$  نیروی درگ اعمالی بر

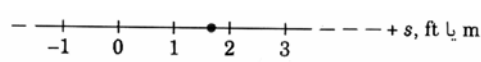
اتومبیل که با تست در تونل باد بدست می‌آید،  $v$  سرعت هوا در تونل باد،  $\rho$  چگالی هوا و  $s$  سطح مقطع اتومبیل در برابر جریان هوا می‌باشد. ابعاد  $C_D$  را بدست آورید.

$$C_D = \frac{D}{\frac{1}{2} \rho v^2 s} \rightarrow [C_D] = \frac{MLT^{-2}}{\left(\frac{M}{L^3}\right) \left(\frac{L}{T}\right)^2 L} = 1$$

✓ حل:

فصل دوم

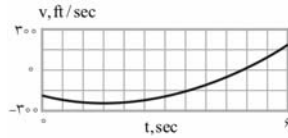
**دینامیک ذرات**



۱-۲) سرعت ذره‌ای برابر رابطه  $v = 25t^2 - 80t - 200$  می‌باشد که در آن  $v$  بر حسب فوت بر ثانیه و  $t$  بر حسب ثانیه می‌باشد.

برای ۶ ثانیه اول حرکت ذره: سرعت  $v$  و شتاب  $a$  را رسم کنید. و هنگامیکه  $a$  برابر با صفر می‌باشد سرعت ذره را بدست آورید.

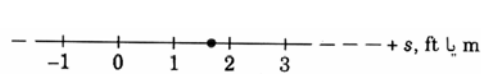
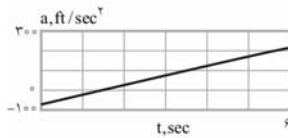
✓ حل:



$$v = 25t^2 - 80t - 200 \rightarrow a = \frac{dv}{dt} = 50t - 80$$

$$a = 0 \rightarrow 50t - 80 = 0 \rightarrow t = 1.6 \text{ s}$$

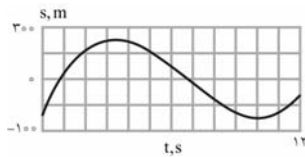
$$v = 25 \times 1.6^2 - 80 \times 1.6 - 200 = -264 \text{ ft/s}$$



۲-۲) از رابطه  $s = 2t^3 - 40t^2 + 200t - 50$  مکان ذره‌ای به دست می‌آید که در آن  $s$  بر حسب متر و  $t$  بر حسب ثانیه می‌باشد.

در ۱۲ ثانیه اول حرکت: مکان، سرعت و شتاب ذره را به صورت توابعی از زمان رسم کنید. زمانی را که سرعت ذره برابر صفر می‌شود را بدست آورید.

✓ حل:

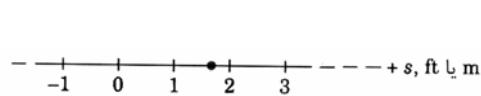
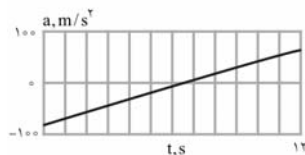
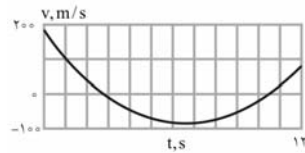


$$s = 2t^3 - 40t^2 + 200t - 50$$

$$v = \frac{ds}{dt} = 6t^2 - 80t + 200, \quad v = 0$$

$$\rightarrow 6t^2 - 80t + 200 = 0 \rightarrow t = 10 \text{ sec}, \quad t = 3.33 \text{ sec}$$

$$a = \frac{dv}{dt} = 12t - 80$$



۳-۲) از رابطه  $v = 2 - 4t + 5t^{\frac{3}{2}}$ ، سرعت ذره‌ای که در طول محور  $s$  حرکت می‌کند بدست می‌آید. که در آن  $t$  بر حسب ثانیه و  $v$  بر حسب متر بر ثانیه می‌باشد.

هنگامیکه  $t = 3 \text{ s}$  می‌باشد آنگاه مکان  $s$ ، سرعت  $v$ ، شتاب  $a$  را بدست آورید. وقتی  $t = 0$  می‌باشد ذره در مکان  $s = 3 \text{ m}$  می‌باشد.

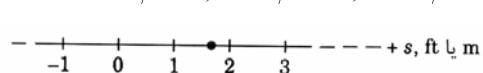
✓ حل:

$$v = 2 - 4t + 5t^{\frac{3}{2}} \rightarrow a = \frac{dv}{dt} = -4 + \frac{15}{2}t^{\frac{1}{2}}$$

$$v = \frac{ds}{dt} = 2 - 4t + 5t^{\frac{3}{2}} \rightarrow \int_3^s ds = \int_0^t (2 - 4t + 5t^{\frac{3}{2}}) dt$$

$$s = 2t - 2t^2 + 2t^{\frac{5}{2}}$$

$$t = 2s \rightarrow v = 15/9 \text{ m/s}, \quad a = 1/9 \text{ m/s}^2, \quad s = 22/2 \text{ m}$$



۴-۲ از رابطه  $s = (-2 + 3t)e^{-0.5t}$

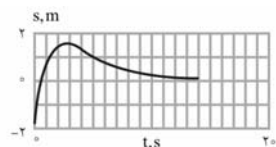
تغییر مکان ذره‌ای که در طول محور s حرکت

می‌کند بدست می‌آید که در آن s بر حسب متر و t بر حسب ثانیه می‌باشد.

برای ۲۰ ثانیه اول حرکت: نمودارهای تغییر مکان، سرعت و شتاب را بر حسب زمان رسم کنید. زمانی

را که سرعت ذره برابر صفر می‌شود را بدست آورید.

✓ حل:

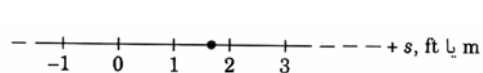
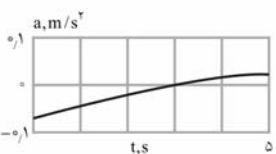
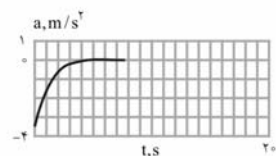
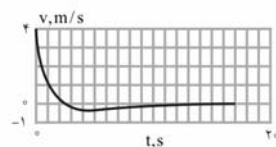


$$s = (-2 + 3t)e^{-0.5t}$$

$$v = \frac{ds}{dt} = 3e^{-0.5t} + (-2 + 3t)(-0.5)e^{-0.5t} = (4 - 1.5t)e^{-0.5t}$$

$$a = \frac{dv}{dt} = -1.5e^{-0.5t} + (4 - 1.5t)(-0.5)e^{-0.5t} = (-3.75 + 0.75t)e^{-0.5t}$$

$$a = 0: (-3.75 + 0.75t)e^{-0.5t} = 0 \rightarrow t = 4/67 \text{ s}$$



۵-۲ از رابطه  $a = 2t - 10$  شتاب ذره‌ای

بدست می‌آید که در آن a بر حسب متر بر مجذور

ثانیه و t بر حسب ثانیه می‌باشد.

سرعت و تغییر مکان را به صورت توابعی از زمان بدست آورید. وقتی  $t = 0$  می‌باشد تغییر مکان اولیه

برابر  $s_0 = -4 \text{ m}$  و سرعت اولیه آن  $v_0 = 3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  می‌باشد.

✓ حل:

$$a = 2t - 10 = \frac{dv}{dt} \rightarrow \int_3^v dv = \int_0^t (2t - 10) dt \rightarrow v = 3 - 10t + t^2, \quad v = \frac{ds}{dt}$$

$$\int_{-4}^s ds = \int_0^t (3 - 10t + t^2) dt \rightarrow s = -4 + 3t - 5t^2 + \frac{1}{3}t^3$$

۶-۲) از رابطه  $a = -ks^2$  شتاب ذره‌ای بدست می‌آید که در آن  $a$  برحسب متر بر مجذور ثانیه است.  $k$  ثابت و  $s$  برحسب متر می‌باشد. سرعت ذره را به صورت تابعی از مکان آن  $s$  را بدست آورید. در صورتیکه  $k = 0.1 \text{ m}^{-1} \text{ s}^{-2}$  و شرایط اولیه وقتی  $t = 0$  می‌باشد:  $s_0 = 3 \text{ m}$  و  $v_0 = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  است. عبارت حاصله را به ازای  $s = 5 \text{ m}$  بدست آورید.

✓ حل:

$$v dv = a ds : \int_{v_0}^v v dv = \int_{s_0}^s ks^2 ds \rightarrow v^2 = v_0^2 - \frac{2}{3}k(s^3 - s_0^3)$$

$$\rightarrow v^2 = 10^2 - \frac{2}{3}(0.1)(5^3 - 3^3) \rightarrow v = 9.67 \text{ m/s}$$

۷-۲) از رابطه  $a = -k\sqrt{v}$ ، شتاب ذره‌ای که در طول خطی راست حرکت می‌کند بدست می‌آید که در آن  $a$  برحسب متر بر مجذور ثانیه،  $k$  مقداری ثابت و  $v$  برحسب متر بر ثانیه می‌باشد. سرعت را به صورت تابعی از زمان  $t$  و مکان  $s$  بدست آورید. در صورتیکه  $k = 0.2 \text{ m}^{\frac{1}{2}} \text{ s}^{-\frac{3}{2}}$  و شرایط اولیه وقتی  $t = 0$  می‌باشد،  $s_0 = 1 \text{ m}$  و  $v_0 = v \frac{\text{m}}{\text{s}}$  است عبارت حاصله را به ازای  $t = 2 \text{ s}$  و در  $s = 3 \text{ m}$  بدست آورید.

✓ حل:

$$a = \frac{dv}{dt} = -k\sqrt{v} : \int_0^t -k dt = \int_{v_0}^v \sqrt{v} dv \rightarrow v^{\frac{3}{2}} = v_0^{\frac{3}{2}} - \frac{1}{3}kt$$

$$v^{\frac{3}{2}} = \sqrt{v} - \frac{1}{3} \times 0.2 \times 2 \rightarrow v = 5.9 \text{ m/s}$$

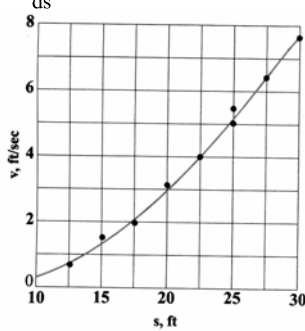
$$a ds = v dv : \int_{s_0}^s -k ds = \int_{v_0}^v \sqrt{v} dv \rightarrow v^{\frac{3}{2}} = v_0^{\frac{3}{2}} - \frac{2}{3}k(s - s_0)$$

$$v^{\frac{3}{2}} = v_0^{\frac{3}{2}} - \frac{2}{3}(0.2)(3 - 1) \rightarrow v = 6.85 \text{ m/s}$$

۸-۲) سرعت ذره‌ای در حال حرکت در خط مستقیم وقتی سرعت  $10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  می‌باشد، با آهنگ  $3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  بر هر متر تغییر مکان کاهش می‌یابد، شتاب ذره در این لحظه را بدست آورید.

✓ حل:

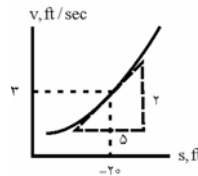
$$a = v \frac{dv}{ds} = 10(-3) = -30 \text{ m/s}^2$$

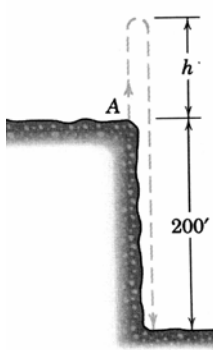


۹-۲) مطابق شکل داده‌های آزمایشی حرکت ذره‌ای در راستای خطی مستقیم، مقادیر اندازه‌گیری شده سرعت را به ازای مختصات مختلف مکان  $s$  نشان می‌دهند رسم شده، منحنی یکنواختی از این نقاط عبور می‌دهیم. وقتی  $s = 20 \text{ ft}$  باشد آنگاه شتاب ذره را بدست آورید.

✓ حل:

$$a = v \frac{dv}{ds} = 3 \times \frac{2}{5} = 1.2 \text{ ft/s}^2$$





۱۰-۲) از لبه پرتگاهی به ارتفاع ۲۰۰ ft، توپی با سرعت  $80 \frac{\text{ft}}{\text{sec}}$  به سمت بالا پرتاب می‌شود. ارتفاع  $h$  که توپ بالا می‌رود و زمان کل  $t$  پس از رها شدن توپ تا رسیدن به پایین پرتگاه را بدست آورید. از مقاومت هوا صرف‌نظر کرده و شتاب به سمت پایین را  $\frac{32}{2} \frac{\text{ft}}{\text{sec}^2}$  فرض کنید.

✓ حل:

$$y = \frac{1}{2}at^2 + v_0t = \frac{1}{2}(-32/2)t^2 + 80t, \quad y = -200 \text{ ft}$$

$$\rightarrow -200 = -16t^2 + 80t \rightarrow t = 6.78 \text{ s}, \quad t = -1.78 \text{ s}$$

$$v^2 = v_0^2 + 2ay \rightarrow 0 = 80^2 + 2(-32/2)h \rightarrow h = 99.4 \text{ ft}$$

۱۱-۲) موشکی را در راستایی قائم از شرایط سکون به سمت بالا پرتاب می‌کنند. موشک را طوری ساخته‌اند که دارای شتاب یکنواخت به سمت بالای  $1/5 g$  باشد زمان مورد نیاز برای اینکه موشک به ارتفاع ۳۰ km برسد و سرعت آن در این ارتفاع را بدست آورید.

$$s = \frac{1}{2}at^2 \rightarrow 30 \times 10^3 = \frac{1}{2}(1/5 \times 9.81)t^2 \rightarrow t = 63.78 \text{ s}$$

✓ حل:

$$v = \sqrt{2as} = \sqrt{2(1/5 \times 9.81)(30 \times 10^3)} = 940 \text{ m/s}$$

۱۲-۲) اتومبیلی با سرعت اولیه  $50 \frac{\text{mi}}{\text{hr}}$  در حال حرکت، پس از پیمودن ۱۰۰ ft، می‌ایستد. اگر سرعت اولیه آن  $70 \frac{\text{mi}}{\text{hr}}$  و شتاب آن تغییر نکند آنگاه مسافتی که اتومبیل تا ایستادن کامل می‌پیماید را بدست آورید.

۱۳-۲) برای رساندن سرعت هواپیما بعد از طی مسافت ۳۰۰ ft به  $180 \frac{\text{mi}}{\text{hr}}$ ، سیستم پرتاب یک ناو هواپیما بر می‌بایست چقدر شتاب یکنواخت  $a$  برحسب  $g$  ایجاد کند. ناو هواپیما بر لنگر انداخته است.

$$v^2 - v_0^2 = 2a(s - s_0) \rightarrow 0 - (50 \frac{5280}{3600})^2 = 2a \times 100 \rightarrow a = -26.78 \text{ ft/s}^2$$

✓ حل:

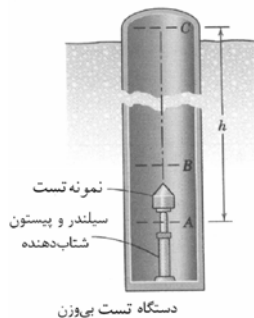
$$\rightarrow 0 - (70 \frac{5280}{3600})^2 = 2(-26.78)s \rightarrow s = 197 \text{ ft}$$

۱۴-۲) دستگاه تستی ساخته‌اند، تا آثار بی‌وزنی در بازه‌های زمانی کوتاه را تست کند، که این دستگاه در راستایی قائم به نمونه تست از  $A$  تا  $B$  شتاب می‌دهد. دستگاه تست برای این کار از پیستونی استفاده نموده که با فشار گاز فعال شده و موجب شده نمونه در شرایط سقوط آزاد از نقطه  $B$  تا نقطه  $C$  بالا برود و بعد تا نقطه  $B$  پایین بیاید. محفظه تست از گودال عمیقی ساخته می‌شود که هوای آن خالی شده تا بتوان مقاومت هوا را نادیده گرفت. در صورتیکه پیستون قادر باشد شتاب  $g$  را از نقطه  $A$  تا نقطه  $B$  فراهم کند و کل زمان تست برای شرایط «بی‌وزنی» از  $B$  تا  $C$  و از

$$v^2 = v_0^2 + 2as \rightarrow (180 \frac{5280}{3600})^2 = 0 + 2a \times 300 \rightarrow a = 116 \text{ ft/s}^2$$

✓ حل:

$$a = \frac{116/2}{33.2} = 3.6 g$$



دستگاه تستی ساخته‌اند، تا آثار بی‌وزنی در بازه‌های زمانی کوتاه را تست کند، که این دستگاه در راستایی قائم به نمونه تست از  $A$  تا  $B$  شتاب می‌دهد. دستگاه تست برای این کار از پیستونی استفاده نموده که با فشار گاز فعال شده و موجب شده نمونه در شرایط سقوط آزاد از نقطه  $B$  تا نقطه  $C$  بالا برود و بعد تا نقطه  $B$  پایین بیاید. محفظه تست از گودال عمیقی ساخته می‌شود که هوای آن خالی شده تا بتوان مقاومت هوا را نادیده گرفت. در صورتیکه پیستون قادر باشد شتاب  $g$  را از نقطه  $A$  تا نقطه  $B$  فراهم کند و کل زمان تست برای شرایط «بی‌وزنی» از  $B$  تا  $C$  و از