

۹۴-۹۵

حل مسائل فیزیک سال دوم دبیرستان

ریاضی فیزیک - علوم تجربی

حمیدرضا طهماسبی

www.physicsteach.ir



-۱

$$1 \text{ kg} = 1000 \text{ g}$$

$$\Rightarrow 6.7 \times 10^{-10} \text{ kg} = 6.7 \times 10^{-10} \text{ kg} \left(\frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}} \right) = 6.7 \times 10^{-7} \text{ g}$$

$$1 \text{ kg} = 10^6 \text{ mg}$$

$$\Rightarrow 6.7 \times 10^{-10} \text{ kg} = 6.7 \times 10^{-10} \text{ kg} \left(\frac{10^6 \text{ mg}}{1 \text{ kg}} \right) = 6.7 \times 10^{-4} \text{ mg}$$

$$1 \text{ kg} = 10^9 \mu\text{g}$$

$$\Rightarrow 6.7 \times 10^{-10} \text{ kg} = 6.7 \times 10^{-10} \text{ kg} \left(\frac{10^9 \mu\text{g}}{1 \text{ kg}} \right) = 6.7 \times 10^{-1} \mu\text{g}$$

$$1 \text{ kg} = 10^{12} \text{ ng}$$

$$\Rightarrow 6.7 \times 10^{-10} \text{ kg} = 6.7 \times 10^{-10} \text{ kg} \left(\frac{10^{12} \text{ ng}}{1 \text{ kg}} \right) = 6.7 \times 10^2 \text{ ng}$$

۲- ابتدا زمان گردش زمین به دور خورشید را بر حسب ثانیه می نویسیم:

$$1 \text{ M} = 10^6$$

$$\Rightarrow 31 \text{ Ms} = 31 \times 10^6 \text{ s}$$

طول عمر متوسط انسان برابر است با:

$$1 \text{ G} = 10^9$$

$$\Rightarrow 2 \text{ Gs} = 2 \times 10^9 \text{ s}$$

نسبت این دو برابر است با:

$$\frac{(\text{طول عمر متوسط انسان})}{(\text{زمان گردش زمین به دور خورشید})} = \frac{2 \times 10^9 \text{ s}}{31 \times 10^6 \text{ s}} \simeq 64.5$$

۳- اگر عمق اقیانوس برابر x باشد، مسافتی که موج فراصوتی در مدت ۱۴ ثانیه می پیماید برابر $2x$ است. بنابراین:

$$2x = vt$$

$$\Rightarrow 2x = \left(1450 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right) (14 \text{ s})$$

$$\Rightarrow x = 10150 \text{ m}$$

-۴

$$\begin{cases} 1 \mu\text{m} = 10^{-6} \text{ m} \\ 1 \text{ m} = 10^9 \text{ nm} \end{cases} \rightarrow 1 \mu\text{m} = 10^3 \text{ nm}$$

$$\begin{cases} 1 \text{ mm} = 10^{-3} \text{ m} \\ 1 \text{ m} = 10^9 \text{ nm} \end{cases} \rightarrow 1 \text{ mm} = 10^6 \text{ nm}$$

$$\begin{cases} 1 \text{ cm} = 10^{-2} \text{ m} \\ 1 \text{ m} = 10^9 \text{ nm} \end{cases} \rightarrow 1 \mu\text{m} = 10^7 \text{ nm}$$

-۵

$$1 \text{ cm}^3 = 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$\Rightarrow 90 \text{ cm}^3 = 90 \text{ cm}^3 \left(\frac{10^{-6} \text{ m}^3}{1 \text{ cm}^3} \right) = 90 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

از طرفی:

$$\text{یک روز} = (60)(60)(24) \text{ s} = 86400 \text{ s}$$

بنابراین، مقدار خون کشیده شده در یک روز برابر است با:

$$(90 \times 10^{-6} \text{ m}^3)(86400) = 7.776 \text{ m}^3$$

-۶

$$\text{چهارده روز} = (14)(60)(60)(24) \text{ s} = 1209600 \text{ s}$$

بنابراین، سرعت رشد این گیاه برحسب متر بر ثانیه برابر است با:

$$\frac{3.7 \text{ m}}{1209600 \text{ s}} \simeq 3.0 \times 10^{-6} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

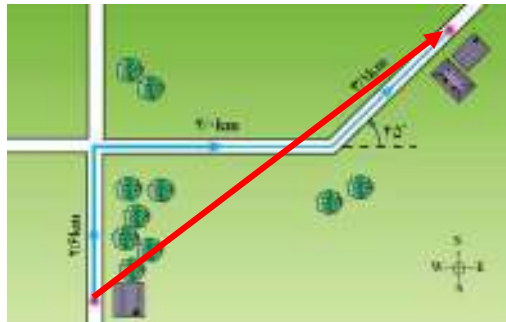
$$1 \mu\text{m} = 10^{-6} \text{ m}$$

$$\Rightarrow 3.0 \times 10^{-6} \frac{\text{m}}{\text{s}} = 3.0 \frac{\mu\text{m}}{\text{s}}$$

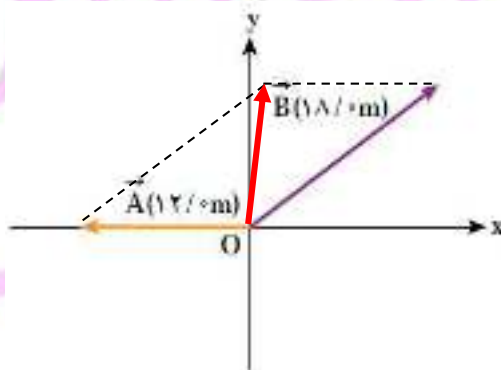
۷- با اندازه گیری محیط و قطر دایره، عدد π را می توان از رابطه زیر محاسبه کرد:

$$\pi = \frac{(\text{محیط دایره})}{(\text{قطر دایره})}$$

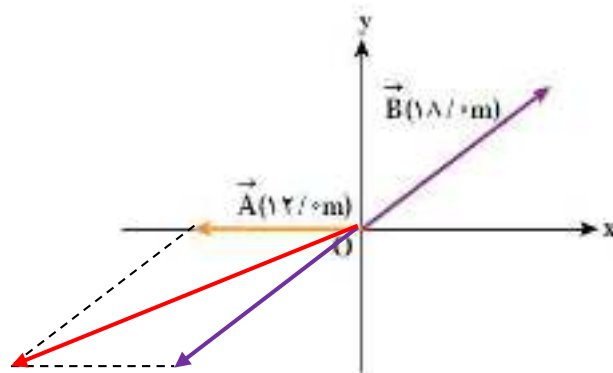
۸- بزرگی بردار جابه جایی در حدود ۷/۸ کیلومتر است:



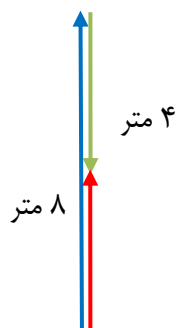
۹- الف) $\vec{A} + \vec{B}$



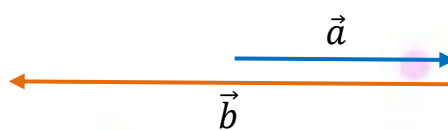
ب) $\vec{A} - \vec{B} = \vec{A} + (-\vec{B})$



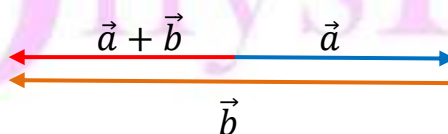
۱۰- بزرگی بردار جابجایی برابر ۴ متر و جهت آن رو به شمال است.



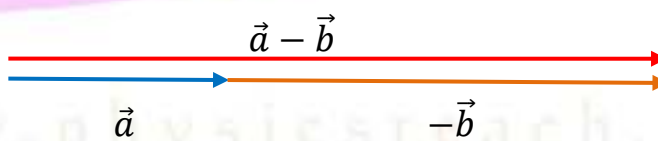
۱۱- الف) اندازه ی \vec{b} برابر ۴ و در جهت شرق به غرب است.



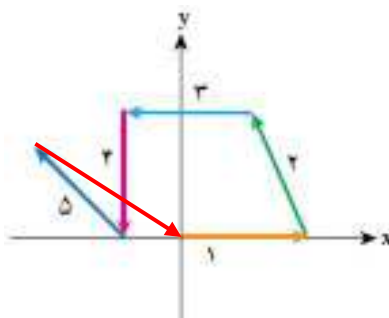
ب) اندازه ی $\vec{a} + \vec{b}$ برابر ۲ و در جهت شرق به غرب است.



ب) اندازه ی $\vec{a} - \vec{b}$ برابر ۶ و در جهت غرب به شرق است.



۱۲- مسیر بازگشت به شکل زیر با بردار قرمز رنگ نشان داده شده است:



۱- الف) بین دو نقطه ی A و B، (چون شیب نمودار بیشتر است).

ب) بین دو نقطه ی B و C

پ)

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{1000 \text{ m}}{250 \text{ s}} = 4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

ت)

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{(2500 \text{ m} - 1000 \text{ m})}{(1000 \text{ s} - 500 \text{ s})} = 3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

ث)

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{(2500 \text{ m} - 0)}{(1000 \text{ s} - 0)} = 2.5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

۲- امواج الکترومغناطیسی با سرعت نور در خلاء حرکت می کنند و چون زمان رفت و برگشت برابر 0.3 ثانیه است. زمان رفت یا برگشت تپ برابر 0.15 ثانیه است، بنابراین:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

$$\Rightarrow \Delta x = v\Delta t = (3 \times 10^8 \text{ m/s})(0.15) = 45 \times 10^6 \text{ m}$$

۳- الف) در مبدا:

$$x = 3t - 4$$

$$x = 0 \Rightarrow 0 = 3t - 4$$

$$\Rightarrow t = 1.3 \text{ s}$$

ب)

$$x = 3t - 4$$

$$\Rightarrow x = 3(1) - 4 = -1 \text{ m}$$

پ)

$$x_1 = 3(1) - 4 = -1 \text{ m}$$

$$x_2 = 3(5) - 4 = 11 \text{ m}$$

$$\Delta x = x_2 - x_1 = 11 \text{ m} + 1 \text{ m} = 12 \text{ m}$$

۴- الف)

$$x_1 = \bar{v}_1 t_1 = (15 \text{ m/s})(3600 \text{ s}) = 54000 \text{ m}$$

$$x_2 = 0$$

$$x_3 = \bar{v}_3 t_3 = (20 \text{ m/s})(1800 \text{ s}) = 36000 \text{ m}$$

$$x_4 = \bar{v}_4 t_4 = (12 \text{ m/s})(900 \text{ s}) = 10800 \text{ m}$$

فاصله ی بین دو شهر برابر است با جمع این فاصله ها:

$$x = x_1 + x_2 + x_3 + x_4$$

$$\Rightarrow x = 54000 \text{ m} + 0 + 36000 \text{ m} + 10800 \text{ m} = 100800 \text{ m}$$

ب)

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{100800 \text{ m}}{(3600 \text{ s} + 600 \text{ s} + 1800 \text{ s} + 900 \text{ s})} \approx 14.6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

۵- الف)

$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{(18 \text{ m/s} - 10 \text{ m/s})}{20} = 0.4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

ب) ابتدا سرعت را بر حسب متر بر ثانیه می نویسیم:

$$108 \frac{\text{km}}{\text{h}} = (108) \left(\frac{1000}{3600} \right) \text{ m/s} = 30 \text{ m/s}$$

بنابراین، خواهیم داشت:

$$v = at + v_0$$

$$\Rightarrow (30 \text{ m/s}) = (0.4 \text{ m/s}^2)t + (10 \text{ m/s})$$

$$\Rightarrow t = \frac{(20 \text{ m/s})}{0.4 \text{ m/s}^2} = 50 \text{ s}$$

۶- با استفاده از رابطه شتاب متوسط، می توانیم بنویسیم:

$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

$$\Rightarrow \bar{a} = \frac{1200 \times \left(\frac{1000}{3600}\right) \text{ m/s}}{30 \text{ s}} = \frac{333.3 \text{ m/s}}{30 \text{ s}} = 11.1 \text{ m/s}^2$$

حدود ۱/۱۳ برابر شتاب گرانشی.

۷- الف) ابتدا سرعت را به متر بر ثانیه تبدیل می کنیم:

$$72 \frac{\text{km}}{\text{h}} = \frac{(72) \left(\frac{1000}{3600}\right) \text{ m}}{\text{s}} = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

بنابراین:

$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{0 - 20 \text{ m/s}}{8 \text{ s}} = -2.5 \text{ m/s}^2$$

(ب)

$$v_f^2 - v_i^2 = 2a\Delta x$$

$$\Rightarrow 0 - (20 \text{ m/s})^2 = 2(-2.5 \text{ m/s}^2)\Delta x$$

$$\Rightarrow \Delta x = \frac{400}{5} \text{ m} = 80 \text{ m}$$

۸- الف) در زمان ۸ ثانیه و فاصله ی آن برابر ۶۰ متر است.

(ب) در بازه ی زمانی ۰ تا ۸ ثانیه.

(پ) در بازه ی زمانی ۸ تا ۱۴ ثانیه.

(ت) در بازه ی زمانی ۴ تا ۶ ثانیه.

(ث) جابجایی در کل مدت حرکت برابر صفر است.

۹- الف) برای خودروی A :

$$v = \bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{300 \text{ m} - (-300 \text{ m})}{20 \text{ s}} = 30 \text{ m/s}$$

و معادله حرکت به شکل زیر خواهد بود:

$$x_A = vt + x_0$$

$$\Rightarrow x_A = 30t - 300$$

برای خودروی B :

$$v = \bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{600 \text{ m} - (300 \text{ m})}{20 \text{ s}} = 15 \text{ m/s}$$

و معادله حرکت به شکل زیر است.

$$x_B = vt + x_0$$

$$\Rightarrow x_B = 15t + 300$$

ب) هنگامی دو خودرو به هم می‌رسند که :

$$x_A = x_B$$

$$\Rightarrow 30t - 300 = 15t + 300$$

$$\Rightarrow t = \frac{600}{15} = 40 \text{ s}$$

پ)

$$x_A = x_B = 30(40) - 300 = 900 \text{ m}$$

۱۰- الف)

$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

$$\Rightarrow \bar{a} = \frac{25 \text{ m/s} - 5 \text{ m/s}}{170 \text{ s} - 150 \text{ s}} = 1 \text{ m/s}^2$$

شتاب در جهت شرق است.

(ب)

$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

$$\Rightarrow \bar{a} = \frac{20 \text{ m/s} - 25 \text{ m/s}}{180 \text{ s} - 170 \text{ s}} = -0.5 \text{ m/s}^2$$

با توجه به علامت شتاب، نتیجه می گیریم که شتاب در جهت غرب.

۱۱- الف) در بازه ی زمانی ۴ تا ۱۶ ثانیه.

ب) در بازه ی زمانی ۰ تا ۴ ثانیه و ۱۶ تا ۱۸ ثانیه.

پ) در بازه زمانی ۸ تا ۱۲ ثانیه.

ت) در لحظه های ۴ و ۱۶ ثانیه.

(ث)

$$t = 0 \text{ s} \Rightarrow v = -20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$t = 2 \text{ s} \Rightarrow v = -10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$t = 4 \text{ s} \Rightarrow v = 0$$

$$t = 14 \text{ s} \Rightarrow v = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$t = 18 \text{ s} \Rightarrow v = -10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

ج) شتاب در هر لحظه برابر است با شیب نمودار سرعت - زمان در آن لحظه:

$$t = 4 \text{ s} \Rightarrow a = \bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{20 - (-20)}{8} = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$t = 10 \text{ s} \Rightarrow a = 0$$

$$t = 14 \text{ s} \Rightarrow a = \bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{-10 - (20)}{18 - 12} = -5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

۱۲-الف) با توجه به شکل:

$$t = 3 \text{ s} \Rightarrow a = 0$$

$$t = 8 \text{ s} \Rightarrow a = \bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{15 - 5}{10 - 5} = 2 \text{ m/s}^2$$

$$t = 15 \text{ s} \Rightarrow a = 0$$

ب)

$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{15 - 5}{20 - 0} = 0.5 \text{ m/s}^2$$

پ) روش اول:

ابتدا مسافت جابه جا شده را در زمانی که شتاب ثابت است (۵ تا ۱۰ ثانیه) محاسبه می کنیم:

$$v_f^2 - v_i^2 = 2a\Delta x_1$$

$$\Rightarrow (15 \text{ m/s})^2 - (5 \text{ m/s})^2 = 2(2 \text{ m/s}^2)\Delta x_1$$

$$\Rightarrow \Delta x_1 = 50 \text{ m}$$

و مسافت جابه جا شده در بازه ی زمانی ۱۰ تا ۱۱ ثانیه (سرعت ثابت) برابر است با:

$$\Delta x_2 = vt = (15 \text{ m/s})(1 \text{ s}) = 15 \text{ m}$$

کل مسافت جابه جا شده برابر است با:

$$\Delta x_1 + \Delta x_2 = 50 \text{ m} + 15 \text{ m} = 65 \text{ m}$$

مسافت جابه جا شده در بازه زمانی ۱۱ تا ۲۰ ثانیه (سرعت ثابت) برابر است با:

$$\Delta x = vt = (15 \text{ m/s})(9 \text{ s}) = 135 \text{ m}$$

روش دوم: دانش آموزان با استفاده از مساحت زیر منحنی (سرعت - زمان) به همین نتیجه می رسند.

ت) سرعت در لحظه ی ۵ ثانیه برابر است با:

$$v_1 = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

و در لحظه ی ۱۱ ثانیه برابر است با:

$$v_2 = 15 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

بنابراین، سرعت متوسط در بازه ی زمانی ۵ تا ۱۱ ثانیه برابر است با:

$$\bar{v} = \frac{v_1 + v_2}{2} = \frac{5 \text{ m/s} + 15 \text{ m/s}}{2} = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

در بازه ی زمانی ۱۵ تا ۲۰ ثانیه سرعت ثابت است بنابراین سرعت متوسط برابر است با:

$$\bar{v} = v = 15 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

۱۳- الف) ابتدا سرعت را بر حسب متر بر ثانیه می نویسیم:

$$36 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 36 \frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

در مرحله اول:

$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{10 - 0}{20 - 0} = 0.5 \text{ m/s}^2$$

در مرحله دوم شتاب صفر است.

و در مرحله سوم حرکت:

$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{0 - 10}{5} = -2 \text{ m/s}^2$$

۱۴- الف)

$$v_f^2 - v_i^2 = 2a\Delta x$$

$$\Rightarrow (5 \text{ m/s})^2 - (4 \text{ m/s})^2 = 2a(19 \text{ m} - 10 \text{ m})$$

$$\Rightarrow a = 0.5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

(ب)

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

$$\Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta v}{a} = \frac{5 \text{ m/s} - 4 \text{ m/s}}{0.5} = 2 \text{ s}$$

۱۵- الف)

$$a_{AB} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{6 \text{ m/s} - 0}{8 \text{ s}} = 0.75 \text{ m/s}^2$$

$$a_{BC} = 0$$

$$a_{CD} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{9 \text{ m/s} - 6 \text{ m/s}}{26 \text{ s} - 20 \text{ s}} = 0.5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

ب) شتاب متوسط در بازه ی ۰ تا ۲۶ ثانیه برابر است با:

$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{9 \text{ m/s} - 0}{26 \text{ s} - 0} \approx 0.34 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

۱۶- با فرض ثابت بودن شتاب:

$$v_f^2 - v_i^2 = 2a\Delta x$$

$$\Rightarrow 0 - (7.49 \text{ m/s})^2 = 2a(1.87 \times 10^{-3} \text{ m})$$

$$\Rightarrow a \approx 15000 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

۱۷- ابتدا سرعت را بر حسب متر بر ثانیه می نویسیم:

$$100 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 100 \left(\frac{1000}{3600} \right) \frac{\text{m}}{\text{s}} \approx 27.8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

بنابراین:

$$v = at + v_0$$

$$\Rightarrow 27.8 \text{ m/s} = (50 \text{ m/s}^2)t + 0$$

$$\Rightarrow t = \frac{27.8}{50} \text{ s} = 0.556 \text{ s}$$

(۱۸- الف)

$$v = at + v_0$$

$$\Rightarrow v = \left(8.0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right)(0.75 \text{ s}) + 0 = 6.0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

(ب)

$$v = at + v_0$$

$$\Rightarrow 0 = \left(-2.0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right)t + 6.0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\Rightarrow t = \frac{6.0 \text{ m/s}}{2.0 \text{ m/s}^2} = 3.0 \text{ s}$$

مسافت طی شده در این مدت از رابطه زیر محاسبه می شود:

$$v_f^2 - v_i^2 = 2a\Delta x$$

$$\Rightarrow 0 - (6.0 \text{ m/s})^2 = 2(-2.0 \text{ m/s}^2)\Delta x$$

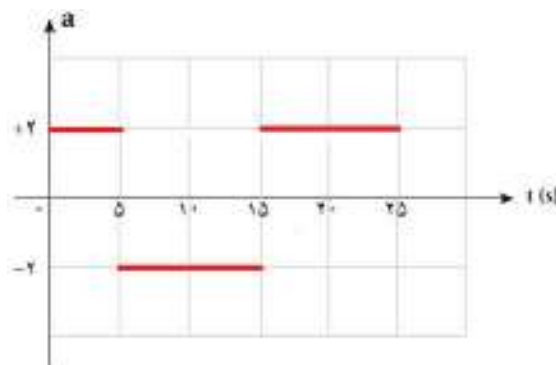
$$\Rightarrow \Delta x = \frac{36.0}{4.0} \text{ m} = 9.0 \text{ m}$$

۱۹- در بازه زمانی ۰ تا ۵ ثانیه شتاب ثابت و برابر $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = 2 \text{ m/s}^2$ است.

در بازه ی زمانی ۵ تا ۱۵ ثانیه شتاب ثابت و برابر $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = -2 \text{ m/s}^2$ است.

در بازه ی زمانی ۱۵ تا ۲۵ ثانیه شتاب ثابت و برابر $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = 2 \text{ m/s}^2$ است.

بنابراین، نمودار شتاب - زمان به شکل زیر خواهد بود:



۱- الف) با استفاده از قانون دوم نیوتون، می توانیم بنویسیم:

$$F = ma$$

$$\Rightarrow F = (60 \text{ kg}) \left(5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right) = 300 \text{ N}$$

این نیرو از طرف زمین به پاهای دهنده وارد می شود.

ب) واکنش این نیرو از طرف پاهای دهنده به زمین وارد می شود.

۲- با توجه به قانون دوم نیوتون:

$$\begin{cases} F_1 = m_1 a_1 \\ F_2 = m_2 a_2 \end{cases} \quad F_1 = F_2 \Rightarrow m_1 a_1 = m_2 a_2$$

$$\Rightarrow a_2 = a_1 \frac{m_1}{m_2}$$

با توجه به رابطه ی سرعت و این نکته که دو جسم از حالت سکون شروع به حرکت کردند:

$$\begin{cases} V_1 = a_1 t + V_0 \\ V_2 = a_2 t + V_0 \end{cases} \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{a_2 t}{a_1 t} = \frac{a_1 \frac{m_1}{m_2}}{a_1}$$

$$\Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{m_1}{m_2}$$

۳- ابتدا شتاب حرکت خودرو را محاسبه می کنیم:

$$v_f^2 - v_i^2 = 2a\Delta x$$

$$\Rightarrow \left(20 \frac{\text{m}}{\text{s}} \right)^2 - 0 = 2a(100 \text{ m})$$

$$\Rightarrow a = \frac{400}{200} = 2 \text{ m/s}^2$$

برایند نیروهای وارد بر خودرو برابر است با:

$$F = ma = (2000 \text{ kg})(2 \text{ m/s}^2) = 4000 \text{ N}$$

۴- الف) ابتدا شتاب حرکت را محاسبه می کنیم:

$$v = at + v_0$$

$$\Rightarrow 12 \frac{\text{m}}{\text{s}} = a(8 \text{ s}) + 0$$

$$\Rightarrow a = \frac{12}{8} = 1.5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

بنابراین:

$$F_{\text{برایند}} = ma = (900 \text{ kg})(1.5 \text{ m/s}^2) = 1350 \text{ N}$$

ب) اگر نیروی مقاومت برابر ۴۵۰ نیوتون باشد، خواهیم داشت:

$$F_{\text{برایند}} = F_{\text{مقاومت}} - F_{\text{روبه جلو}}$$

$$\Rightarrow F_{\text{روبه جلو}} = 1350 \text{ N} + 450 \text{ N} = 1800 \text{ N}$$

۵- الف) ابتدا سرعت را به متر بر ثانیه تبدیل می کنیم:

$$72 \frac{\text{km}}{\text{h}} = (72) \left(\frac{1000}{3600} \right) \left(\frac{\text{m}}{\text{s}} \right) = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

حالا، با استفاده از رابطه مستقل از زمان، می توانیم بنویسیم:

$$v_f^2 - v_i^2 = 2a\Delta x$$

$$\Rightarrow 0 - \left(20 \frac{\text{m}}{\text{s}} \right)^2 = 2a(100 \text{ m})$$

$$\Rightarrow a = \frac{400}{200} = -2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

ب) نیروی اصطکاک برابر است با برایند نیروهای وارد بر خودرو:

$$\vec{f}_k = \vec{F}_{\text{برایند}} = ma$$

$$\Rightarrow \vec{f}_k = (1200 \text{ kg})(-2 \text{ m/s}^2) = -2400 \text{ N}$$

علامت منفی نشان می دهد که نیرو در خلاف جهت سرعت است.

۶- با توجه به رابطه ی نیروی گرانشی اگر نیروی گرانشی در سطح زمین برابر مقدار زیر باشد:

$$F_{\text{گرانشی}} = G \frac{M_e m}{R_e^2}$$

نیروی گرانشی در ارتفاع h برابر است با:

$$\dot{F}_{\text{گرانشی}} = G \frac{M_e m}{(R_e + h)^2}$$

با استفاده از دو رابطه بالا :

$$\dot{F}_{\text{گرانشی}} = F_{\text{گرانشی}} - \frac{10}{100} F_{\text{گرانشی}} = \frac{90}{100} F_{\text{گرانشی}} \rightarrow \frac{\dot{F}_{\text{گرانشی}}}{F_{\text{گرانشی}}} = \frac{9}{10}$$

$$\rightarrow \frac{\dot{F}_{\text{گرانشی}}}{F_{\text{گرانشی}}} = \frac{G \frac{M_e m}{(R_e + h)^2}}{G \frac{M_e m}{R_e^2}} = \frac{9}{10} \rightarrow \frac{R_e^2}{(R_e + h)^2} = \frac{9}{10} \rightarrow \frac{R_e}{R_e + h} = \pm \sqrt{\frac{9}{10}}$$

مقدار منفی قابل قبول نیست، بنابراین:

$$h = \frac{\sqrt{10}R_e - 3R_e}{3} = 344.6 \text{ km}$$

۷- الف)

$$F_{\text{گرانشی}} = G \frac{M_e m}{R_e^2}$$

$$\Rightarrow F_{\text{گرانشی}} = (6.7 \times 10^{-11}) \frac{(6 \times 10^{24})(7.4 \times 10^{22})}{(4 \times 10^8)^2} = 18.6 \times 10^{19} \text{ N}$$

ب) نیروی گرانشی ماه بر زمین، واکنش همین نیرو است و اندازه آن برابر مقدار بالا و جهت آن در خلاف جهت آن است.

۸- الف) چون جسم ساکن است، نیروی اصطکاک ایستایی برابر مقدار نیروی وارد شده در هر حالت است.

ب) مقدار بیشینه نیروی اصطکاک ایستایی برابر مقدار نیرویی است که در اثر آن جسم در آستانه حرکت قرار می گیرد.

۹- الف) برابری نیروهای وارد بر جسم برابر نیروی اصطکاک است:

$$\vec{f}_k = \vec{F}_{\text{برایند}}$$

$$\Rightarrow \mu_k N = ma$$

$$\Rightarrow \mu_k mg = ma$$

$$\Rightarrow a = (0.2) \left(10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right) = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

چون نیرو در خلاف جهت سرعت است، مقدار بدست آمده را منفی در نظر می گیریم، بنابراین:

$$v_f^2 - v_i^2 = 2a\Delta x$$

$$\Rightarrow 0 - \left(10 \frac{\text{m}}{\text{s}} \right)^2 = 2 \left(-2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right) \Delta x$$

$$\Rightarrow \Delta x = \frac{100}{4} = 25 \text{ m}$$

ب) با توجه به روابط بالا شتاب به جرم بستگی ندارد و فقط به ضریب اصطکاک بستگی دارد، بنابراین تغییر نمی کند. ولی برای مسافت پیموده شده داریم:

$$v_f^2 - v_i^2 = 2a\Delta x$$

$$\Rightarrow 0 - \left(20 \frac{\text{m}}{\text{s}} \right)^2 = 2 \left(-2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right) \Delta x$$

$$\Rightarrow \Delta x = \frac{400}{4} = 100 \text{ m}$$

یعنی، مسافت پیموده شده چهار برابر می شود.

۱۰- الف) نیروی اصطکاک ایستایی برابر نیروی وارده است، ۱۵ نیوتون.

ب) نیروی اصطکاک ایستایی برابر ۲۰ نیوتون است:

$$f_{s,max} = \mu_s N = \mu_s mg$$

$$\Rightarrow 20 \text{ N} = \mu_s (5 \text{ kg}) \left(10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right)$$

$$\Rightarrow \mu_s = 0.4$$

هنگامی که جسم در اثر نیروی ۲۰ نیوتونی حرکت می کند شتاب حرکت برابر است با:

$$\Delta x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t$$

$$\Rightarrow (32 \text{ m}) = \frac{1}{2}a(8 \text{ s})^2 + 0$$

$$\Rightarrow a = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

برایند نیروهای وارد بر جسم برابر است با:

$$F_{\text{برایند}} = ma = F_{\text{روبه جلو}} - f_k$$

$$\Rightarrow (5 \text{ kg}) \left(1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) = 20 \text{ N} - f_k$$

$$\Rightarrow f_k = 15 \text{ N}$$

ضریب اصطکاک جنبشی از رابطه زیر محاسبه می شود:

$$f_k = \mu_k N = \mu_k mg$$

$$\Rightarrow 15 \text{ N} = \mu_k (5 \text{ kg}) \left(10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right)$$

$$\Rightarrow \mu_k = 0.3$$

(۱۱- الف)

$$F = ma = (5 \text{ kg})(2 \text{ m/s}^2) = 10 \text{ N}$$

(ب)

$$F_{\text{برایند}} = ma = F_{\text{روبه جلو}} - f_k$$

$$\Rightarrow ma = F_{\text{روبه جلو}} - \mu_k mg$$

$$\Rightarrow F_{\text{روبه جلو}} = (5 \text{ kg}) \left(2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) + (0.2)(5 \text{ kg}) \left(10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right)$$

$$\Rightarrow F_{\text{روبه جلو}} = 20 \text{ N}$$

(پ)

$$F_{\text{برایند}} = ma = F - mg$$

$$\Rightarrow F = m(a + g) = (5 \text{ kg})(2 \text{ m/s}^2 + 10 \text{ m/s}^2) = 60 \text{ N}$$

(ت)

$$F_{\text{برایند}} = m(-a) = F - mg$$

$$\Rightarrow F = m(-a + g) = (5 \text{ kg})(-2 \text{ m/s}^2 + 10 \text{ m/s}^2) = 40 \text{ N}$$

جهت نیرو، رو به بالا است.

۱۲- الف) تغییر طول فنر برابر است با:

$$F_e = W$$

$$\Rightarrow kx = mg$$

$$\Rightarrow (20 \text{ N/cm})x = (2 \text{ kg})(10 \text{ m/s}^2)$$

$$\Rightarrow x = 1 \text{ cm}$$

بنابراین، طول ثانویه فنر از رابطه زیر محاسبه می شود:

$$x = l_2 - l_1$$

$$\Rightarrow l_2 = 12 \text{ cm} + 1 \text{ cm} = 13 \text{ cm}$$

ب) هنگامی که آسانسور با سرعت ثابت حرکت می کند، نیروی برایند وارد بر جسم صفر می شود، بنابراین مشابه قسمت قبل داریم:

$$l_2 = 13 \text{ cm}$$

پ) در این جا حرکت شتاب دار است، بنابراین:

$$F_{\text{برایند}} = ma = F_e - W$$

$$\Rightarrow m(-a) = kx - mg$$

$$\Rightarrow x = \frac{m(-a + g)}{k} = \frac{(2 \text{ kg})(-2 \text{ m/s}^2 + 10 \text{ m/s}^2)}{20 \text{ N/cm}} = 0.8 \text{ cm}$$

$$x = l_2 - l_1 \Rightarrow l_2 = 12 \text{ cm} + 0.8 \text{ cm} = 12.8 \text{ cm}$$

ت) در این جا علامت شتاب مثبت است. بنابراین، با استفاده از قانون دوم نیوتون خواهیم داشت:

$$F_{\text{برایند}} = ma = F_e - W$$

$$\Rightarrow ma = kx - mg$$

$$\Rightarrow x = \frac{m(a + g)}{k} = \frac{(2 \text{ kg})(2 \text{ m/s}^2 + 10 \text{ m/s}^2)}{20 \text{ N/cm}} = 1.2 \text{ cm}$$

$$x = l_2 - l_1 \Rightarrow l_2 = 12 \text{ cm} + 1.2 \text{ cm} = 13.2 \text{ cm}$$

۱۳- الف) سرعت خودرو، دقت راننده و زمان واکنش راننده

ب) سرعت خودرو، ضریب اصطکاک بین تایر خودرو و جاده.

پ) اگر سرعت ثابت در نظر گرفته شود:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{24 \text{ m}}{0.6 \text{ s}} = 40 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

ت)

$$v = at + v_0$$

$$\Rightarrow 0 = a(10 \text{ s}) + 40 \text{ m/s}$$

$$\Rightarrow a = -\frac{40 \text{ m/s}}{10 \text{ s}} = -4 \text{ m/s}^2$$

۱- الف) هنگامی که آسانسور با سرعت ثابت حرکت می کند داریم:

$$N - mg = 0 \Rightarrow N = mg$$

در این حالت زاویه بین نیروی وزن و بردار جابه جایی 180° است بنابراین:

$$W = Fd \cos \theta$$

$$\Rightarrow W_{mg} = mgd \cos 180^\circ$$

$$\Rightarrow W_{mg} = (50 \text{ kg}) \left(10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right) (5 \text{ m})(-1) = -2500 \text{ J}$$

و زاویه بین نیروی عمودی سطح و بردار جابه جایی 0° است بنابراین:

$$W = Fd \cos \theta$$

$$\Rightarrow W_N = Nd \cos 0^\circ$$

$$\Rightarrow W_N = (50 \text{ kg}) \left(10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right) (5 \text{ m})(1) = 2500 \text{ J}$$

ب) هنگامی که آسانسور با شتاب ثابت $2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ رو به بالا حرکت می کند داریم:

$$N - mg = ma$$

$$\Rightarrow N = mg + ma = (50 \text{ kg}) \left(10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} + 2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right) = 600 \text{ N}$$

در این حالت زاویه بین نیروی وزن و بردار جابجایی 180° است بنابراین

$$W = Fd \cos \theta$$

$$\Rightarrow W_{mg} = mgd \cos 180^\circ$$

$$\Rightarrow W_{mg} = (50 \text{ kg}) \left(10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right) (5 \text{ m})(-1) = -2500 \text{ J}$$

و زاویه بین نیروی عمودی سطح و بردار جابجایی 0° است بنابراین:

$$W = Fd \cos \theta$$

$$\Rightarrow W_N = Nd \cos 0^\circ$$

$$\Rightarrow W_N = (600 \text{ N})(5 \text{ m})(1) = 3000 \text{ J}$$

۲- برای قسمت الف مسئله ی ۱، سرعت حرکت ثابت است، در نتیجه انرژی جنبشی تغییر نمی کند :

$$v_f = v_i$$

$$\Rightarrow W_{\text{کل}} = \frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_i^2 = 0$$

برای قسمت ب مسئله ی ۱، شتاب حرکت ثابت است، بنابراین می توانیم بنویسیم:

$$v_f^2 - v_i^2 = 2a\Delta x \quad (1)$$

از طرفی، با توجه به قضیه کار- انرژی جنبشی، خواهیم داشت:

$$W_{\text{کل}} = \frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_i^2 = \frac{1}{2}m(v_f^2 - v_i^2)$$

$$\stackrel{(1)}{\Rightarrow} W_{\text{کل}} = \frac{1}{2}m(2a\Delta x) = ma\Delta x$$

بنابراین:

$$W_{\text{کل}} = (50 \text{ kg}) \left(2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right) (5 \text{ m}) = 500 \text{ J}$$

۳- الف) کار نیروی وزن برابر است با:

$$W_{mg} = -mgd$$

$$\Rightarrow W_{mg} = (10 \times 10^3 \text{ kg}) \left(10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right) (500 \text{ m}) = -50 \times 10^6 \text{ J}$$

ب) نیروی مقاومت هوا و نیروی موتور هواپیما، کار نیروی موتور هواپیما مثبت است.

پ) جمع کار این نیروها برابر است با:

$$W_{\text{کل}} = \frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_i^2$$

$$\Rightarrow W_{\text{کل}} = \frac{1}{2}(10 \times 10^3 \text{ kg})(300 \text{ m/s})^2 - 0 = 450 \times 10^6 \text{ J}$$

ت) کار نیروهای غیر از وزن برابر است با:

$$W_{\text{غیر وزن}} = W_{\text{کل}} - W_{mg}$$

$$\Rightarrow W_{\text{غیر وزن}} = 450 \times 10^6 \text{ J} - (-50 \times 10^6 \text{ J}) = 500 \times 10^6 \text{ J}$$

سرانجام، توان از رابطه زیر محاسبه می شود:

$$P = \frac{W_{\text{غیر وزن}}}{t} = \frac{500 \times 10^6 \text{ J}}{60 \text{ s}} = 8.3 \times 10^6 \text{ W}$$

۴- الف) با توجه به شکل، در بازه زمانی ۰ تا ۱ ثانیه حرکت با شتاب ثابت و از ۱ تا ۴ ثانیه حرکت با سرعت ثابت انجام می شود. شتاب حرکت جسم برابر است با:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{4 \frac{\text{m}}{\text{s}} - 0}{1 \text{ s} - 0 \text{ s}} = 4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

جابجایی در بازه ی زمانی ۰ تا ۱ ثانیه برابر است با:

$$\Delta x = \frac{v_f^2 - v_i^2}{2a} = \frac{\left(4 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 - 0}{(2) \left(4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right)} \\ \Rightarrow \Delta x = 2 \text{ m}$$

بنابراین کار انجام شده در این بازه برابر است با:

$$\begin{cases} W = Fd \\ F = ma \end{cases} \Rightarrow W = mad$$

$$\Rightarrow W = mad = (5 \text{ kg}) \left(4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) (2 \text{ m}) = 40 \text{ J}$$

در بازه زمانی، ۱ تا ۴ ثانیه شتاب صفر و نیرویی به جسم وارد نمی شود، بنابراین در این بازه جمع کار انجام شده روی جسم صفر است. بنابراین کل کار انجام شده در بازه صفر تا ۴ ثانیه برابر است با:

$$W_{\text{کل}} = 40 \text{ J} + 0 = 40 \text{ J}$$

ب) با استفاده از قضیه کار انرژی، خواهیم داشت:

$$W_{\text{کل}} = \frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_i^2$$

$$\Rightarrow W_{\text{کل}} = \frac{1}{2}(5 \text{ kg})(4 \text{ m/s})^2 - 0 = 40 \text{ J}$$

۵- الف) با استفاده از قضیه کار و انرژی:

$$W_{\text{ک}} = W_{mg} + W_f = \frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_i^2$$

$$\Rightarrow mgd \cos \theta_1 + f_k d \cos \theta_2 = \frac{1}{2}mv_f^2 - 0$$

$$\Rightarrow (200 \text{ kg}) \left(10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right) (3 \text{ m}) \cos 0^\circ + (60 \text{ N})(3 \text{ m}) \cos 180^\circ = \frac{1}{2}(200 \text{ kg})v_f^2$$

$$\Rightarrow v_f = 7.63 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

ب) روش اول: در این جا شتاب حرکت پتک و پایه را بعد از برخورد پتک به پایه محاسبه می کنیم:

$$v_f'^2 - v_i'^2 = 2a\Delta x$$

$$\xrightarrow{v_i' = 7.63 \frac{\text{m}}{\text{s}}} 0^2 - \left(7.63 \frac{\text{m}}{\text{s}} \right)^2 = 2a(0.1 \text{ m})$$

$$\Rightarrow a \approx -291 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

نیرویی که پتک به پایه وارد می کند برابر است با:

$$F = ma = (200 \text{ kg}) \left(-291 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right) \approx -58217 \text{ N}$$

بنابراین، کار انجام شده توسط این نیرو برابر است با:

$$W = Fd = (-58217 \text{ N})(0.1 \text{ m}) = -5821.7 \text{ J}$$

علامت منفی نشان می دهد که نیرو و جابه جایی در خلاف جهت هم هستند.

روش دوم: با استفاده از قضیه کار انرژی:

$$W = \frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_i^2$$

$$\Rightarrow W = 0 - \frac{1}{2}(200 \text{ kg}) \left(7.63 \frac{\text{m}}{\text{s}} \right)^2 \approx -5821.7 \text{ J}$$

۶- کار انجام شده برابر است با تغییر انرژی جنبشی:

$$W = \frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_i^2$$

$$\Rightarrow W = 0 - \frac{1}{2}(0.024 \text{ kg}) \left(500 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 = -3000 \text{ J}$$

۷- طبق قضیه کار و انرژی، کل کار نیروهای وارد بر خودرو برابر تغییر انرژی جنبشی است:

$$W_{\text{کل}} = W_{mg} + W_f + W_N = \frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_i^2$$

کار نیروهای وزن و عمودی سطح برابر صفر است (نیرو عمود بر جهت جابه جایی است)، بنابراین:

$$W_{\text{کل}} = 0 + W_f + 0 = \frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_i^2$$

کار انجام شده توسط نیروی اصطکاک تا توقف کامل برابر است با:

$$W_f = 0 - \frac{1}{2}(1000 \text{ kg}) \left(20 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 = -20 \times 10^4 \text{ J}$$

از طرفی:

$$W_f = f_k d \cos \theta = \mu_k mgd \cos 180^\circ$$

$$\Rightarrow -20 \times 10^4 \text{ J} = (0.5)(1000 \text{ kg}) \left(10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) (-1)d$$

$$\Rightarrow d = 40 \text{ m}$$

با نتایج بدست آمده، خودرو به مانع برخورد می کند.

۸- در این جا می توانیم بنویسیم:

$$W_{\text{مقاومت هوا}} = E_2 - E_1 = (K_f + U_f) - (K_i + U_i) = \frac{1}{2}mv_f^2 + mgh_f - \frac{1}{2}mv_i^2 - mgh_i$$

$$\Rightarrow W_{\text{مقاومت هوا}} = \frac{1}{2}m(v_f^2 - v_i^2) + mg(h_f - h_i)$$

$$\Rightarrow W_{\text{مقاومت هوا}} = \frac{1}{2}(0.05 \text{ kg}) \left(\left(1000 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 - \left(400 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 \right) + (0.05 \text{ kg}) \left(10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) (-1.5 \text{ m})$$

$$\Rightarrow W_{\text{مقاومت هوا}} = 20999.25 \text{ J}$$

۹- الف) اگر از اصطکاک چشم پوشی کنیم:

$$E_2 = E_1 \Rightarrow (K_f + U_f) = (K_i + U_i)$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}mv_f^2 + mgh_f = \frac{1}{2}mv_i^2 + mgh_i$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}v_f^2 + 0 = 0 + gh_i$$

$$\Rightarrow v_f = \sqrt{2gh_i} = \sqrt{2 \left(10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) (100 \text{ m})} = 44.72 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

ب) این مقدار انرژی، برابر است با کار انجام شده توسط نیروی اصطکاک:

$$W_f = E_2 - E_1 = \frac{1}{2}mv_f^2 + mgh_f - \frac{1}{2}mv_i^2 - mgh_i$$

$$\Rightarrow W_f = \frac{1}{2}(20 \text{ kg}) \left(\left(30 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 - 0 \right) + (20 \text{ kg}) \left(10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) (0 - 100 \text{ m})$$

$$\Rightarrow W_f = -11000 \text{ J}$$

۱۰- کار انجام شده در این جابه جایی برابر است با تغییر انرژی جنبشی جسم:

$$W = \frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_i^2$$

$$\Rightarrow Fd \cos\theta = \frac{1}{2}mv_f^2 - 0$$

$$\Rightarrow (200 \text{ N})(1 \text{ m})(1) = \frac{1}{2}(7 \text{ kg})v_f^2$$

$$\Rightarrow v_f = 7.56 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

۱۱- کار انجام شده روی گلوله برابر است با:

$$W = E_2 - E_1 = \frac{1}{2}mv_f^2 + mgh_f - \frac{1}{2}mv_i^2 - mgh_i$$

$$\Rightarrow W = \frac{1}{2}(0.2 \text{ kg}) \left(10 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 + (0.2 \text{ kg}) \left(10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) (100 \text{ m}) - 0 - 0$$

$$\Rightarrow W = 210 \text{ J}$$

۱۲- با صرف نظر از اصطکاک و استفاده از پایستگی انرژی مکانیکی، سرعت آن در نقطه ی B برابر است با:

$$E_2 = E_1$$

$$\Rightarrow (K_f + U_f) = (K_i + U_i)$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}mv_f^2 + mgh_f = \frac{1}{2}mv_i^2 + mgh_i$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}v_f^2 + 0 = 0 + gh_i$$

$$\Rightarrow v_f = \sqrt{2gh_i} = \sqrt{2 \left(10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) (20 \text{ m})} = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

و برای نقطه ی C داریم:

$$\frac{1}{2}mv_f^2 + mgh_f = \frac{1}{2}mv_i^2 + mgh_i$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}v_f^2 + \left(10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) (16 \text{ m}) = \left(10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) (20 \text{ m})$$

$$\Rightarrow v_f = \sqrt{2 \left(10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) (4 \text{ m})} = 8.94 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

۱۳- با صرف نظر از اصطکاک و استفاده از پایستگی انرژی مکانیکی، خواهیم داشت:

$$E_2 = E_1$$

$$\Rightarrow (K_f + U_f) = (K_i + U_i)$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}mv_f^2 + mgh_f = \frac{1}{2}mv_i^2 + mgh_i$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}v_f^2 + 0 = \frac{1}{2} \left(250 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 + \left(10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) (200 \text{ m})$$

$$\Rightarrow v_f \approx 257.9 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

۱۴- کار انجام شده توسط شخص برابر است با:

$$W = mgh = (70 \text{ kg}) \left(10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right) (50 \times 0.3 \text{ m}) = 10500 \text{ J}$$

توان متوسط شخص برابر است با:

$$\bar{P} = \frac{W}{t} = \frac{10500 \text{ J}}{60 \text{ s}} = 175 \text{ W}$$

۱۵- الف) اختلاف ارتفاع گلوله در دو وضعیت برابر است با:

$$h_i - h_f = l - l \cos \theta = l(1 - \cos \theta) = 0.5l$$

حالا، با استفاده از قضیه پایستگی انرژی مکانیکی خواهیم داشت:

$$E_2 = E_1$$

$$\Rightarrow (K_f + U_f) = (K_i + U_i)$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_i^2 = mgh_i - mgh_f$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}v_f^2 = g(h_i - h_f)$$

$$\Rightarrow v_f = \sqrt{2g(h_i - h_f)} = \sqrt{gl}$$

ب) اگر از مقاومت هوا صرف نظر کنیم (با توجه به قضیه پایستگی انرژی مکانیکی) آونگ به همان اندازه که بالا برده شده، از طرف دیگر بالا می آید. یعنی $0.5l$

۱۶- اگر بازده توربین ۹۲ درصد باشد مقدار توان داده شده به توربین برابر است با:

$$0.92 = \frac{(\text{توان مفید})}{(\text{توان داده شده})} \Rightarrow \text{توان داده شده} = \frac{200 \times 10^6 \text{ W}}{0.92} = 217.4 \times 10^6 \text{ W}$$

این مقدار توان توسط آب صد تامین می شود، بنابراین:

$$\bar{P} = \frac{W}{t}$$

$$\Rightarrow \bar{P} = \frac{mgh}{1 \text{ s}}$$

$$\Rightarrow 217.4 \times 10^6 \text{ W} = \frac{m \left(10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) (100 \text{ m})}{1 \text{ s}}$$

$$\Rightarrow m = \frac{217.4 \times 10^6 \text{ W}}{\left(10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) (100 \text{ m})} = 217.4 \times 10^3 \text{ kg}$$

چون جرم هر متر مکعب آب برابر ۱۰۰۰ کیلوگرم است، مقدار بدست آمده معادل ۲۱۷/۴ مترمکعب آب می باشد.

۱۷- اگر بازده موتور ۰/۸ باشد مقدار توان مصرفی موتور برابر است با:

$$0.8 = \frac{(\text{توان مفید})}{(\text{توان مصرفی})}$$

$$\Rightarrow \text{توان مصرفی} = \frac{\frac{\Delta m}{\Delta t} gh}{0.8} = \frac{\left(0.8 \times 1000 \frac{\text{kg}}{\text{s}}\right) \left(10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) (15 \text{ m})}{0.8} = 150000 \text{ W}$$

۱۸- توان متوسط لازم برای بالا رفتن از پله ها برابر است با:

$$\bar{P} = \frac{W}{t} = \frac{mgh}{8 \text{ s}} = \frac{(60 \text{ kg}) \left(10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) (2 \text{ m})}{8 \text{ s}} = 150 \text{ W}$$

برای بدن انسان:

$$0.20 = \frac{(\text{توان مفید})}{(\text{توان مصرفی})}$$

$$\Rightarrow \text{توان مصرفی} = \frac{150 \text{ W}}{0.20} = 750 \text{ W}$$

۱۹- چون سرعت ثابت است کار انجام شده توسط موتور برابر کار انجام شده توسط نیروی وزن است:

$$\bar{P} = \frac{W}{t} = \frac{mgh}{t}$$

$$\Rightarrow \bar{P} = \frac{(10 \times 80 \text{ kg} + 1000 \text{ kg}) \left(10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) (80 \text{ m})}{3(60) \text{ s}} = 8000 \text{ W}$$

۱- اگر طول، عرض و ارتفاع کلاس به ترتیب برابر ۶m، ۴m و ۳m باشد، و چگالی هوا:

$$\rho = 1.29 \text{ kg/m}^3$$

باشد، جرم هوای داخل کلاس برابر است با:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$\Rightarrow m = \rho V = (1.29 \text{ kg/m}^3)(3 \text{ m} \times 4 \text{ m} \times 6 \text{ m}) = 92.88 \text{ kg}$$

چگالی هوای مایع برابر 920 kg/m^3 است بنابراین:

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{92.88 \text{ kg}}{920 \text{ kg/m}^3} = 0.1 \text{ m}^3$$

۲- فشار در سطح دریا برابر $P_o = 1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ است. فشار در عمق h از مایع برابر است با:

$$P = P_o + \rho gh$$

$$\Rightarrow 10(1.01 \times 10^5 \text{ Pa}) = 1.01 \times 10^5 \text{ Pa} + (1150 \text{ kg/m}^3)(10 \text{ m/s}^2)(h)$$

$$\Rightarrow h = \frac{9.09 \times 10^5}{11500} = 79 \text{ m}$$

در عمق ۷۹ متری فشار ۱۰ برابر فشار جو در سطح است.

۳- اختلاف فشار ناشی از اختلاف ارتفاع برابر است با:

$$P_{\text{پا}} - P_{\text{سر}} = \rho gh = (1.06 \times 10^3 \text{ kg/m}^3)(10 \text{ m/s}^2)(1.83 \text{ m})$$

$$\Rightarrow P_{\text{پا}} - P_{\text{سر}} = 19.40 \times 10^3 \text{ Pa}$$

۴- برای اینکه آب از درون نی به ارتفاع 10 cm بالا برود فشار درون دهان برابر است با:

$$P_{\text{دهان}} + \rho gh = P_o$$

$$\Rightarrow P_o - P_{\text{دهان}} = \rho gh$$

$$\Rightarrow P_o - P_{\text{دهان}} = \rho gh = (1 \times 10^3 \text{ kg/m}^3)(10 \text{ m/s}^2)(0.1 \text{ m})$$

$$\Rightarrow P_o - P_{\text{دهان}} = 1 \times 10^3 \text{ Pa}$$

۵- جرم هوای درون اتاق برابر است با:

$$m = \rho V = (1.29 \text{ kg/m}^3)(3.5 \text{ m} \times 4.2 \text{ m} \times 2.4 \text{ m}) = 45.51 \text{ kg}$$

الف) وزن هوای درون اتاق برابر است با:

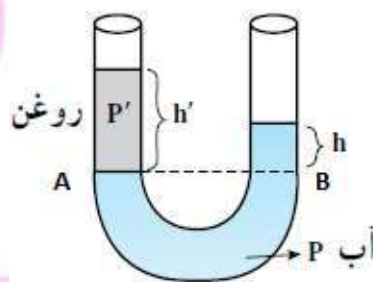
$$W = mg = (45.51 \text{ kg})(10 \text{ m/s}^2) = 455.1 \text{ N}$$

ب) اگر فقط هوای درون اتاق را در نظر بگیریم نیروی وارد بر کف اتاق برابر وزن هوای درون اتاق است. ولی به طور کلی نیروی وارد بر کف اتاق از رابطه زیر محاسبه می شود:

$$P = \frac{F}{A}$$

$$\Rightarrow F = P_0 A = (1.01 \times 10^5 \text{ Pa})(3.5 \text{ m} \times 4.2 \text{ m}) = 14.85 \times 10^5 \text{ N}$$

۶- الف) فشار در نقاط هم سطح در دو طرف لوله برابر است. بنابراین فشار در نقاط A و B با هم برابر است:



$$P_A = P_B$$

$$\Rightarrow P_0 + \rho'gh' = P_0 + \rho gh$$

$$\Rightarrow \rho'h' = \rho h$$

$$\Rightarrow \frac{h'}{h} = \frac{\rho}{\rho'}$$

ب) با توجه به رابطه بالا اگر فرض کنیم چگالی روغن نامعلوم است، با داشتن یک مایع با چگالی معلوم (آب) و اندازه گیری مقادیر h و h' چگالی ماده نامعلوم از رابطه زیر بدست می آید:

$$\rho' = \frac{\rho h}{h'}$$

۷- فشاری که به درپوش وارد می شود برابر فشار ناشی از آب درون لوله است. بنابراین:

$$\frac{F}{A} = \rho gh$$

اگر لوله داخل درپوش قرار گیرد، A برابر است با:

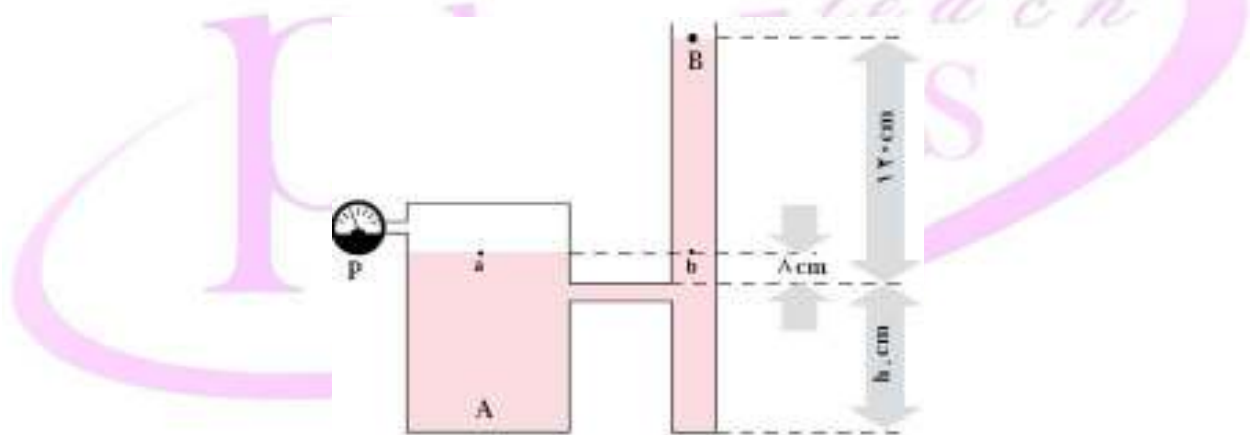
$$A = \pi(0.25 \text{ m})^2 - \pi(0.01 \text{ m})^2 = 0.196 \text{ m}^2$$

بنابراین:

$$F = \rho ghA$$

$$\Rightarrow F = (1 \times 10^3 \text{ kg/m}^3)(10 \text{ m/s}^2)(15.3 \text{ m})(0.196 \text{ m}^2) = 29.99 \times 10^3 \text{ N}$$

۸- با توجه به شکل فشار در دو نقطه a و b با هم برابر است:



$$P_a = P_b$$

الف) فشار پیمانه ای برابر است با:

$$P_{\text{پیمانه ای}} = \rho gh$$

$$\Rightarrow P_{\text{پیمانه ای}} = (1 \times 10^3 \text{ kg/m}^3)(10 \text{ m/s}^2)(1.2 \text{ m} - 0.08 \text{ m})$$

$$\Rightarrow P_{\text{پیمانه ای}} = 1.12 \times 10^4 \text{ Pa}$$

ب) فشار کل برابر است با:

$$\Rightarrow P_{\text{کل}} = P_0 + \rho gh$$

$$\Rightarrow P_{\text{کل}} = 1.01 \times 10^5 \text{ Pa} + (1 \times 10^3 \text{ kg/m}^3)(10 \text{ m/s}^2)(1.2 \text{ m} - 0.08 \text{ m})$$

$$\Rightarrow P_{\text{کل}} = 1.122 \times 10^5 \text{ Pa}$$

۹- الف) فشارناشی از مایع در نقطه A برابر است با:

$$P_A = \rho gh$$

ب) نیروی وارد شده از طرف مایع به دریوش برابر است با:

$$\frac{F}{A} = \rho gh$$

$$\Rightarrow F = \rho gh(\pi r^2)$$

۱۰- فشار گاز درون مخزن اول برابر است با:

$$P_{\text{مخزن اول}} = P_0 + \rho gh_1$$

$$\Rightarrow P_{\text{مخزن اول}} = 1 \times 10^5 \text{ Pa} + (1 \times 10^3 \text{ kg/m}^3)(10 \text{ m/s}^2)(1.1 \text{ m})$$

$$\Rightarrow P_{\text{مخزن اول}} = 1.11 \times 10^5 \text{ Pa}$$

فشار گاز درون مخزن دوم برابر است با:

$$P_{\text{مخزن دوم}} = P_{\text{مخزن اول}} + \rho gh$$

$$\Rightarrow 1.2 \times 10^5 \text{ Pa} = 1.11 \times 10^5 \text{ Pa} + (1 \times 10^3 \text{ kg/m}^3)(10 \text{ m/s}^2)h$$

$$\Rightarrow h = \frac{0.09 \times 10^5}{1 \times 10^4} \text{ m} = 0.9 \text{ m} = 90 \text{ cm}$$

۱- با توجه به رابطه زیر که دمای مطلق را به دما بر حسب درجه سلسیوس تبدیل می کند:

$$T(K) = T(^{\circ}\text{C}) + 273 \rightarrow T(^{\circ}\text{C}) = T(K) - 273$$

خواهیم داشت: الف)

$$T(^{\circ}\text{C}) = T(K) - 273 = 0 - 273 = -273^{\circ}\text{C}$$

ب)

$$T(^{\circ}\text{C}) = T(K) - 273 = 273 - 273 = 0^{\circ}\text{C}$$

پ)

$$T(^{\circ}\text{C}) = T(K) - 273 = 373 - 273 = 100^{\circ}\text{C}$$

ت)

$$T(^{\circ}\text{C}) = T(K) - 273 = 546 - 273 = 273^{\circ}\text{C}$$

۲- الف) مقدار گرمای داده شده به آب توسط گرمکن برای اینکه دمای آب ۳۰ درجه بالا برود برابر است با:

$$Q = mc_{\text{آب}} \Delta \theta$$

$$\Rightarrow Q = (1 \text{ kg}) \left(4200 \frac{\text{J}}{\text{kgK}} \right) (30 \text{ K}) = 126000 \text{ J} = 126 \text{ kJ}$$

اگر تمام انرژی تولید شده توسط گرمکن برای بالا رفتن دمای آب مصرف شود، توان گرمکن برابر است با:

$$P = \frac{Q}{t} = \frac{126000 \text{ J}}{5 \times 60 \text{ s}} = 420 \text{ W}$$

ب) مقدار گرمای تولید شده توسط این گرمکن در مدت ۹ دقیقه برابر است با:

$$Q = Pt = (420 \text{ W})(9 \times 60 \text{ s}) = 226800 \text{ J}$$

اگر تمام این گرما به آب منتقل شود:

$$Q = mc_{\text{آب}} \Delta \theta$$

$$\Rightarrow \Delta \theta = \frac{Q}{mc_{\text{آب}}} = \frac{226800 \text{ J}}{(1 \text{ kg}) \left(4200 \frac{\text{J}}{\text{kgK}} \right)} = 54 \text{ K}$$

یعنی دمای آب ۵۴ درجه افزایش می یابد.

۳- در این آزمایش، گرمای ویژه فلز از رابطه زیر محاسبه می شود:

$$Q = mc_{\text{فلز}} \Delta\theta$$

$$\Rightarrow c_{\text{فلز}} = \frac{Q}{m\Delta\theta} = \frac{Pt}{m\Delta\theta}$$

$$\Rightarrow c_{\text{فلز}} = \frac{(50 \text{ W})(110 \text{ s})}{(0.6 \text{ kg})(38^\circ\text{C} - 18^\circ\text{C})} = 458.3 \text{ J/kgK}$$

مقدار واقعی گرمای ویژه فلز از این مقدار کمتر است، به این دلیل که تمامی توان تولید شده توسط گرمکن به فلز منتقل نمی شود و مقدار از آن برای گرم کردن خود گرمکن مصرف می شود، از آن گذشته، مقداری از گرمای منتقل شده به فلز به فضای اطراف منتقل می شود. (از طریق رسانش و همرفت و تابش الکترومغناطیسی تلف می شود).

۴- مقدار گرمای گرفته شده توسط گرماسنج مسی برای رسیدن به دمای تعادل برابر است با :

$$Q_1 = m_{\text{مس}} c_{\text{مس}} \Delta\theta_{\text{مس}}$$

مقدار گرمای گرفته شده توسط ماده نامعلوم برای رسیدن به دمای تعادل برابر است با :

$$Q_2 = m_{\text{جسم}} c_{\text{جسم}} \Delta\theta_{\text{جسم}}$$

مقدار گرمای از دست داده شده توسط آب برای رسیدن به دمای تعادل برابر است با :

$$Q_3 = m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} \Delta\theta_{\text{آب}}$$

از قانون پایستگی انرژی داریم:

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0$$

$$\Rightarrow m_{\text{مس}} c_{\text{مس}} \Delta\theta_{\text{مس}} + m_{\text{جسم}} c_{\text{جسم}} \Delta\theta_{\text{جسم}} + m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} \Delta\theta_{\text{آب}} = 0$$

$$\Rightarrow (0.2 \text{ kg}) \left(380 \text{ J/kgK} \right) (52^\circ\text{C} - 30^\circ\text{C}) + c_{\text{جسم}} (0.08 \text{ kg}) (52^\circ\text{C} - 30^\circ\text{C}) + (0.1 \text{ kg}) \left(4200 \text{ J/kgK} \right) (52^\circ\text{C} - 70^\circ\text{C}) = 0$$

$$\Rightarrow c_{\text{جسم}} = 3345.4 \text{ J/kgK}$$

۵- الف) باتوجه به شکل چون جسم از ۰ تا ۳۰۰ ثانیه تغییر دما داده و به دمای ۸۰ درجه رسیده است و از ۳۰۰ تا ۱۱۵۰ ثانیه تغییر دما نداده است ۸۰ درجه سلسیوس دمای ذوب جسم است.

ب) دمای اولیه جسم ۲۰ درجه سلسیوس و دمای ذوب آن ۸۰ درجه است. بنابراین، گرمای ویژه برابر است با:

$$c = \frac{Q}{m\Delta\theta} = \frac{Pt}{m\Delta\theta}$$

$$\Rightarrow c = \frac{(100 \text{ W})(300 \text{ s})}{(0.5 \text{ kg})(80^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C})} = 1000 \text{ J/kgK}$$

چون جسم از زمان ۳۰۰ ثانیه تا ۱۱۵۰ ثانیه تغییر دما نداده است، گرمای نهان ویژه ذوب برابر است با:

$$L_f = \frac{Q}{m} = \frac{Pt}{m} = \frac{(100 \text{ W})(850 \text{ s})}{(0.5 \text{ kg})} = 170000 \text{ J/kg}$$

۶- توان این گرمکن ۲۰۰ وات است، و گرمای نهان ویژه تبخیر آب برابر ۲۲۵۶ کیلوژول بر کیلوگرم است چون تغییر دمایی رخ نداده است:

$$Q = L_v m$$

$$\Rightarrow Pt = L_v m$$

$$\Rightarrow (200 \text{ W})t = (2256 \times 10^3 \text{ J/kg})(0.1 \text{ kg})$$

$$\Rightarrow t = 1128 \text{ s}$$

مقدار یخ تبدیل شده به آب صفر درجه بدون تغییر دما در این مدت برابر است با:

$$m = \frac{Q}{L_f} = \frac{Pt}{L_f}$$

$$\Rightarrow m = \frac{(200 \text{ W})(1128 \text{ s})}{(334 \times 10^3 \text{ J/kg})} = 0.67 \text{ kg}$$

-۷

$$L_f = \frac{Q}{m} = \frac{Pt}{m}$$

$$\Rightarrow L_f = \frac{(500 \text{ W})(1320 \text{ s})}{(2 \text{ kg})} = 330000 \text{ J/kg} = 330 \times 10^3 \text{ J/kg}$$

۸- الف) با توجه به قانون پایستگی انرژی:

$$Q_{\text{آب}} + Q_{\text{گرماسنج}} = Pt$$

$$\Rightarrow m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} \Delta\theta_{\text{آب}} + Mc_{\text{گرماسنج}} \Delta\theta_{\text{گرماسنج}} = Pt$$

$$\Rightarrow (0.1 \text{ kg}) (4200 \text{ J/kgK}) (25^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C}) + Mc_{\text{گرماسنج}} (25^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C}) = (50 \text{ W})(60 \text{ s})$$

$$\Rightarrow Mc_{\text{گرماسنج}} = 180 \text{ J/K}$$

ب) با توجه به نتیجه قسمت الف:

$$m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} \Delta\theta_{\text{آب}} + Mc_{\text{گرماسنج}} \Delta\theta_{\text{گرماسنج}} = Pt$$

$$\Rightarrow (0.1 \text{ kg}) (4200 \text{ J/kgK}) (100^\circ\text{C} - 25^\circ\text{C}) + 180 \text{ J/K} (100^\circ\text{C} - 25^\circ\text{C}) = (50 \text{ W})t$$

$$\Rightarrow t = 900 \text{ s}$$

پ)

$$Q = L_v m$$

$$\Rightarrow Pt = L_v m$$

$$\Rightarrow t = \frac{L_v m}{P} = \frac{(2256 \times 10^3 \text{ J/kg})(0.02 \text{ kg})}{50 \text{ W}} = 902.4 \text{ s}$$

۹- با توجه به قانون پایستگی انرژی:

$$Q_1 + Q_2 = 0$$

$$\Rightarrow m_{\text{فولاد}} c_{\text{فولاد}} \Delta\theta_{\text{فولاد}} + m_{\text{روغن}} c_{\text{روغن}} \Delta\theta_{\text{روغن}} = 0$$

$$\Rightarrow m (0.63 \times 10^3 \text{ J/kgK}) (20^\circ\text{C} - 800^\circ\text{C}) + (2 \text{ kg}) (1.9 \times 10^3 \text{ J/kgK}) (40^\circ\text{C} - 10^\circ\text{C}) = 0$$

$$\Rightarrow m = 0.23 \text{ kg}$$

۱۰- تغییر طول این میله بر اثر ۳۲ درجه افزایش دما برابر است با:

$$\alpha = \frac{\Delta L}{L_0 \Delta T}$$

$$\Rightarrow \Delta L = \alpha L_0 \Delta T = (25 \times 10^{-6} 1/^\circ\text{C})(3.77 \text{ m})(32^\circ\text{C}) = 3 \times 10^{-3} \text{ m}$$

با توجه به شکل، بالا رفتگی میله برابر است با:

$$x^2 = \left(\frac{L_0 + \Delta L}{2}\right)^2 - \left(\frac{L_0}{2}\right)^2 = \left(\frac{3.773 \text{ m}}{2}\right)^2 - \left(\frac{3.77 \text{ m}}{2}\right)^2 = 0.0056 \text{ m}^2$$

$$\Rightarrow x = 0.075 \text{ m}$$

۱۱- با استفاده از جدول ۴-۶ ضریب انبساط خطی برای فولاد برابر $12 \times 10^{-6} 1/\text{K}$ است. بنابراین، انبساط تیر فولادی برابر است با:

$$\alpha = \frac{\Delta L}{L_1 \Delta T}$$

$$\Rightarrow \Delta L = \alpha L_1 \Delta T$$

$$\Rightarrow \Delta L = (12 \times 10^{-6} 1/\text{K})(25 \text{ m})(30^\circ\text{C} - 10^\circ\text{C}) = 6 \times 10^{-3} \text{ m}$$

۱۲- با استفاده از جدول ۴-۶ ضریب انبساط طولی برنج برابر $19 \times 10^{-6} 1/\text{K}$ است:

$$\alpha = \frac{\Delta L}{L_1 \Delta T}$$

$$\Rightarrow \Delta T = \frac{\Delta L}{L_1 \alpha}$$

$$\Rightarrow \Delta T = \frac{1.1 \times 10^{-3} \text{ m}}{(0.5 \text{ m})(19 \times 10^{-6} 1/\text{K})} = 116 \text{ K}$$

یعنی تقریباً ۱۱۶ درجه افزایش دما باعث این تغییر طول می شود.

۱۳- بله، به دلیل اینکه ضریب انبساط طولی دو ماده متفاوت است در دمای بالا تر یا پایین تر اختلاف طول دیده می شود.

تغییر طول سیم آهنی برابر است با:

$$\Delta L = \alpha L_1 \Delta T = (11 \times 10^{-6} 1/K)(100 \text{ m})(60^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C}) = 44 \times 10^{-3} \text{ m}$$

تغییر طول سیم مسی برابر است با:

$$\Delta L = \alpha L_1 \Delta T = (17 \times 10^{-6} 1/K)(100 \text{ m})(60^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C}) = 68 \times 10^{-3} \text{ m}$$

یعنی این دو سیم در دمای ۶۰ درجه ۲۴ میلی متر اختلاف طول دارند.

۱۴- زمانی نفت از مخزن سرریز می کند که افزایش حجمش به اندازه ی فضای خالی بین سطح نفت و بالای مخزن باشد. اگر ارتفاع اولیه نفت درون مخزن ۹/۵ متر باشد و مساحت سطح مقطع مخزن A باشد، حجم اولیه نفت برابر است با:

$$V_1 = 9.5 \text{ m} \times A \text{ m}^2 = 9.5A \text{ m}^3$$

و اختلاف حجم نفت، زمانی که از مخزن سرریز می کند برابر است با:

$$\Delta V = (h_2 - h_1)A = 0.5A \text{ m}^3$$

بنابراین تغییر دما برای این تغییر حجم برابر است با:

$$\Delta T = \frac{\Delta V}{V_1 \beta} = \frac{0.5A \text{ m}^3}{(9.5A \text{ m}^3)(10^{-4} 1/K)} \\ \Rightarrow \Delta T = 526 \text{ K}$$

یعنی باید دمای نفت را ۵۲۶ درجه بالا ببریم.

۱۵- تغییر طول شیشه با افزایش ۲۵ درجه ای دمای آن برابر ۱/۳۵ میلیمتر است. بنابراین:

$$\alpha = \frac{\Delta L}{L_1 \Delta T} = \frac{1.35 \times 10^{-3} \text{ m}}{(6 \text{ m})(25^\circ\text{C} - 0^\circ\text{C})} \\ \Rightarrow \alpha = 9 \times 10^{-6} 1/K$$

۱۶- الف) مقدار گرمایی که در t ثانیه درجسمی به طول L و سطح مقطع A شارش می شود برابر است با:

$$Q = K \frac{At\Delta\theta}{L}$$

در این مسئله رسانندگی گرمایی شیشه برابر ۱ و اختلاف دما ۵ درجه است بنابراین مقدار گرمای نشت شده در هر ثانیه برابر است با:

$$Q = K \frac{At\Delta\theta}{L}$$

$$\Rightarrow Q = (1 \text{ J/m.s.K}) \frac{(2 \text{ m} \times 1 \text{ m})(1 \text{ s})(7^\circ\text{C} - 2^\circ\text{C})}{4 \times 10^{-3} \text{ m}} = 2.5 \times 10^3 \text{ J}$$

(ب) یک روز ۲۴ ساعت است، بنابراین گرمای تلف شده در یک روز برابر است با:

$$Q = (2.5 \times 10^3 \text{ J})(24 \times 60 \times 60) = 2.16 \times 10^8 \text{ J}$$

(پ) یک سال ۳۶۵ روز است:

$$Q = K \frac{At\Delta\theta}{L}$$

$$\Rightarrow Q = (1 \text{ J/m.s.K}) \frac{(2 \text{ m} \times 1 \text{ m})(365 \times 24 \times 60 \times 60 \text{ s})(3^\circ\text{C})}{4 \times 10^{-3} \text{ m}} \approx 4.73 \times 10^{10} \text{ J}$$

۱۷- چون فشار ثابت است:

$$P_1 = P_2$$

حالا، دما را برحسب کلون می نویسیم:

$$T_1(\text{K}) = 273 + 20^\circ\text{C} = 293 \text{ K}$$

سرانجام با استفاده از قانون گاز کامل، می توانیم بنویسیم:

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

$$\Rightarrow \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{100 \text{ cm}^3}{293 \text{ K}} = \frac{200 \text{ cm}^3}{T_2}$$

$$\Rightarrow T_2 = 586 \text{ K}$$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

$$\Rightarrow \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{100 \text{ cm}^3}{293 \text{ K}} = \frac{50 \text{ cm}^3}{T_2}$$

$$\Rightarrow T_2 = 146.5 \text{ K}$$

۱۸- الف) چون دما ثابت است:

$$T_1 = T_2$$

بنابراین:

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \Rightarrow P_1 V_1 = P_2 V_2$$

با توجه به اینکه مساحت سطح مقطع استوانه ثابت است تغییر حجم برابر تغییر طول استوانه است:

$$(1 \text{ at})(24 \text{ cm}) = P_2(24 \text{ cm} + 30 \text{ cm})$$

$$\Rightarrow P_2 = 0.4 \text{ at}$$

ب)

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$\Rightarrow (1 \text{ at})(24 \text{ cm}) = (3 \text{ at})(x)$$

$$\Rightarrow x = 8 \text{ cm}$$

۸ سانتی متر طول نهایی استوانه است، بنابراین طول استوانه باید ۱۶ سانتیمتر کاهش پیدا کند.

۱۹- در مسئله حجم ثابت است:

$$V_1 = V_2$$

و دما باید برحسب کلوین باشد:

$$T_1(K) = 273 + 17^\circ\text{C} = 290 \text{ K}$$

اگر فشار جو $P_0 = 1 \text{ at}$ باشد:

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

$$\Rightarrow \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

$$\Rightarrow \frac{1 \text{ at} + 2 \text{ at}}{290 \text{ K}} = \frac{1 \text{ at} + 2.3 \text{ at}}{T_2}$$

$$\Rightarrow T_2 = 319 \text{ K}$$

۲۰- الف) مقدار گرمای لازم برای بخار کردن آب در دمای بدن برابر است با:

$$Q_{\text{آب}} = m_{\text{آب}} L_v$$

مقدار گرمایی که بدن از دست می دهد برابر است با:

$$Q_{\text{بدن}} = m_{\text{بدن}} c_{\text{بدن}} \Delta \theta$$

اگر تمام این گرما برای بخار کردن آب بدن مصرف شود داریم:

$$Q_{\text{بدن}} = Q_{\text{آب}}$$

$$\Rightarrow m_{\text{بدن}} c_{\text{بدن}} \Delta \theta = m_{\text{آب}} L_v$$

$$\Rightarrow (50 \text{ kg}) (3480 \text{ J/kg} \cdot \text{K}) (1^\circ \text{C}) = m_{\text{آب}} (2.42 \times 10^6 \text{ J/kg})$$

$$\Rightarrow m_{\text{آب}} = 7.25 \times 10^{-2} \text{ kg}$$

۲۱- الف) با توجه به شکل حالت فیزیکی سرب بعد از ۳۰ ثانیه مایع می باشد.

ب) در دمای ۶۰۰ کلوین سرب از حالت مایع به جامد تبدیل می شود. (انجماد)

پ) چون در این دو دقیقه سرب بدون کاهش دما، گرما از دست می دهد و حالتش از مایع به جامد تبدیل می شود. (در این مدت فقط حالت ماده تغییر می کند).

ت) آلیاژ سرب-قلع سریع تر از حالت مایع به جامد تبدیل می شود. به عبارت دیگر گرمای نهان ویژه ذوب کوچکتری نسبت به فلز سرب دارد.

ث) زیرا لحیم (آلیاژ سرب-قلع) مقدار گرمای کمتری برای ذوب نیاز دارد و سریع تر از حال مایع به حالت جامد تبدیل می شود و برای اتصال سیم ها یا لوله های شکسته مناسب تر است.

۲۲- با فرض این که آب صفر درجه که در سطح قرار دارد گرمای لازم برای تبخیر خود را از آب صفر درجه ی زیر خود می گیرد، اگر $m_{\text{بخار}}$ جرم آب تبخیر شده باشد، می توانیم بنویسیم:

$$Q_{\text{بخار}} = m_{\text{بخار}} L_v$$

و اگر $m_{\text{یخ}}$ جرم آبی که یخ می زند باشد، خواهیم داشت:

$$Q_{\text{یخ}} = -m_{\text{یخ}} L_f$$

بنابراین:

$$Q_{\text{بخار}} + Q_{\text{یخ}} = 0$$

$$\Rightarrow m_{\text{بخار}} L_v - m_{\text{یخ}} L_f = 0$$

$$\Rightarrow m_{\text{بخار}} \left(2490 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \right) = m_{\text{یخ}} \left(333.7 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \right)$$

$$\Rightarrow 2490 m_{\text{بخار}} = 333.7 m_{\text{یخ}}$$

از طرفی، با توجه به متن مسئله:

$$m_{\text{بخار}} + m_{\text{یخ}} = 1 \text{ kg}$$

بنابراین:

$$\begin{cases} 2490 m_{\text{بخار}} = 333.7 m_{\text{یخ}} \\ m_{\text{بخار}} + m_{\text{یخ}} = 1 \text{ kg} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} m_{\text{بخار}} \approx 0.12 \text{ kg} \\ m_{\text{یخ}} = 0.88 \text{ kg} \end{cases}$$