۱۲۶- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. سرعت برابر با شیب خط مماس بر نمودار مکان - زمان است. در لحظهٔ $t_۲$ سرعت منفی و در لحظهٔ $t_۴$ سرعت مثبت است و بنابراین در این بازهٔ زمانی شتاب متوسط مثبت و در جهت محور x ها است.

۱۲۷- گزینه ۱ پاسخ صحیح است. مسافت طی شده برابر با مجموع اندازهٔ جابه‌جایی‌های متحرک در بازه‌های زمانی است که جهت حرکت متحرک تغییر نمی‌کند.

$$l = ۱۶ + (۲۴ - (-۱۶)) + ۲۴ = ۸۰\,m$$

۱۲۸- گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$v_A = \frac{۱ - ۴}{۱ - ۰} = -۳\frac{m}{s} \xrightarrow{x_A = v_A t + x_{۰A} \text{ و } x_{۰A} = ۴m} x_A = -۳t + ۴$$

$$v_B = \frac{-۴ - (-۱)}{۱ - ۰} = ۵\frac{m}{s} \xrightarrow[x_{۰B} = -۹m]{x_B = v_B t + x_{۰B}} x_B = ۵t - ۹$$

$$\vec{r}_A = -۲\vec{r}_B \xrightarrow[x_B = ۵t - ۹]{x_A = -۳t + ۴} -۳t + ۴ = -۲(۵t - ۹)$$

$$\Rightarrow vT = ۱۴ \Rightarrow t = ۲S \Rightarrow \begin{cases} v_A = -۲m \\ x_B = ۱m \end{cases} \Rightarrow |x_B - x_A| = ۳m$$

۱۲۹- گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$v = \frac{x_۲ - x_۱}{t_۲ - t_۱} = \frac{۱۳ - (-۵)}{۵ - ۲} = ۶\frac{m}{s}$$

$$x = vt + x_۰ \xrightarrow[t = ۴s]{v = ۶\frac{m}{s}} x - x_۰ = ۶ \times ۴ = ۲۴m$$

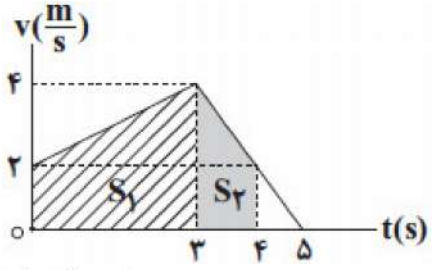
۱۳۰- گزینه ۴ پاسخ صحیح است. با توجه به این‌که در ۵ ثانیهٔ اول، سرعت ثانویه از سرعت اولیه کم‌تر است، پس شتاب متوسط در ۵ ثانیهٔ اول منفی است، یعنی:

$$a_{av} = \frac{v_۲ - v_۱}{\Delta t} \Rightarrow \frac{-۴}{۱۰} = \frac{۰ - v_۱}{۵} \Rightarrow v_۱ = ۲\frac{m}{s}$$

حال باید سرعت را در لحظهٔ $t = ۴s$ بیابیم، با توجه به این‌که در بازهٔ $t = ۳s$ تا $t = ۵s$ حرکت با شتاب ثابت $-۲\frac{m}{s^۲}$ است. $\left(a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{۰ - ۴}{۵ - ۳} = -۲\frac{m}{s^۲}\right)$ داریم:

$$(t_۱ = ۳s\ ,\ t_۲ = ۵s)\ v = at + v_۰ \xrightarrow[a = -۲\frac{m}{s^۲},\ t = ۱s]{v_۰ = ۴\frac{m}{s}} v = (-۲ \times ۱) + ۴ = ۲\frac{m}{s}$$

مساحت زیر نمودار $(v - t)$ در بازهٔ $(۰\ ,\ ۴s)$ جابه‌جایی متحرک را در این بازه به ما می‌دهد.



$$S_۱ = \frac{(۴ + ۲) \times ۳}{۲} = ۹m, S_۲ = \frac{(۲ + ۴) \times ۱}{۲} = ۳m$$

$$\Rightarrow v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \xrightarrow{\Delta x = S_۱ + S_۲} v_{av} = \frac{۱۲}{۴} = ۳\frac{m}{s}$$

۱۳۱- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. برای به‌دست آوردن متحرک در لحظهٔ $t = ۳۵s$ نیاز به دانستن شتاب و سرعت اولیهٔ حرکت داریم.

$$x = \frac{۱}{۲}at^۲ + v_۰t + x_۰ \Rightarrow x_۰ \Rightarrow ۰ = \frac{۱}{۲}a(۳۵)^۲ + v_۰ \times ۳۵ + ۳۵۰ \quad \Rightarrow \frac{۳۵}{۲}a + v_۰ = -۱۰ \qquad (۱)$$

با توجه به نمودار می‌توان گفت در لحظهٔ $t = ۳۰s$ متحرک از نقطهٔ شروع حرکت می‌گذرد، بنابراین:

$$\Delta x = \frac{۱}{۲}at^۲ + v_۰t \Rightarrow ۰ = \frac{۱}{۲}a \times ۳۰^۲ + ۳۰v_۰ \quad \Rightarrow ۱۵a + v_۰ = ۰ \qquad (۲)$$

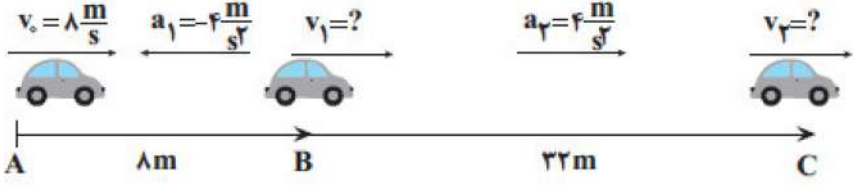
$$(۱)\ ,\ (۲) \Rightarrow a = -۴\frac{m}{s^۲} \Rightarrow ۱۵(-۴) + v_۰ = ۰ \Rightarrow v_۰ = ۶۰\frac{m}{s}$$

$$v = at + v_۰ = -۴(۳۵) + ۶۰ = -۱۴۰ + ۶۰ = -۸۰\frac{m}{s}$$

۱۳۲- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. سطح محصور بین نمودار $v - t$ و محور t جابه‌جایی متحرک را نشان می دهد از طرفی چون جهت حرکت متحرک در ۸ ثانیهٔ اول حرکت تغییر نکرده است، پس مسافت طی شده در این مدت با جابه‌جایی برابر است.

$$\frac{(v_{av})_{۴-۸}}{(v_{av})_{۰-۴}} = \frac{S_{۴s}-۸s}{S_{۰}-۴s} = \frac{\frac{(۴+۲)v}{۲}}{\frac{۴\times v}{۲}} = \frac{۳}{۲}$$

۱۳۳- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. حرکت متحرک مطابق شکل زیر است:



ابتدا معادلهٔ سرعت جابه‌جایی را برای مسیر AB می‌نویسیم و $v_۱$ را به‌دست می‌آوریم:

$$v_۱^۲ - v_۰^۲ = ۲a_۱\Delta x_۱ \Rightarrow v_۱^۲ - ۸^۲ = ۲(-۴)(۸) \Rightarrow v_۱ = ۰$$

همین کار برا برای مسیر BC انجام می‌دهیم:

$$v_۲^۲ - v_۱^۲ = ۲a_۲\Delta x_۲ \Rightarrow v_۲^۲ = ۲(۴)(۳۲) \Rightarrow v_۲ = ۱۶\frac{m}{s}$$

از آن‌جایی که فقط در مسیر BC حرکت تندشونده است، داریم:

$$v_{av} = \frac{v_۱ + v_۲}{۲} = \frac{۰ + ۱۶}{۲} = ۸\frac{m}{s}$$

۱۳۴- گزینه ۴ پاسخ صحیح است. مساحت محصور بین نمودار شتاب - زمان و محصور زمان برابر با تغییرات سرعت است.

$$v_t = ۲s = v_۰ + S_۱ \xrightarrow[v_۰ = -۱۰\frac{m}{s}]{S_۱ = ۸ \times ۲ = ۱۶\frac{m}{s}} v_t = ۲s = ۶\frac{m}{s}$$

$$۰ \le t \le ۲s = \xrightarrow{v = at + v_۰} v = ۸t - ۱۰ \xrightarrow{v = ۰} t = \frac{۵}{۴}s$$

$$۲s < t \le ۴s \Rightarrow v = v_t = ۲s = ۶\frac{m}{s}$$

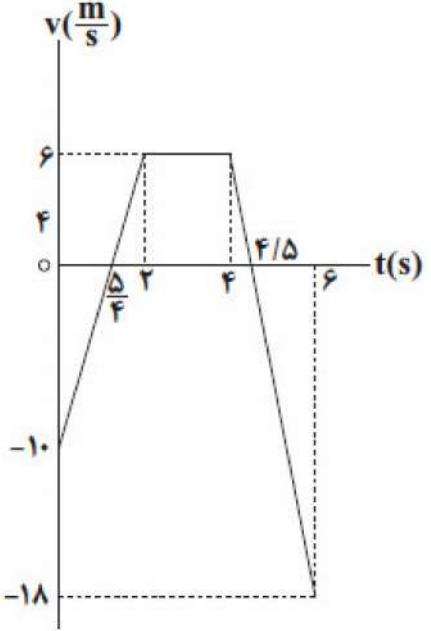
$$۴s < t \le ۶s \xrightarrow{v = at(t - ۴) + v_۰} v = -۱۲(t - ۴) + ۶$$

$$\xrightarrow{v = ۰} t = ۴/۵s$$

$$v_{t = ۲s} = v_{t = ۴s}\ ,\ v_{t = ۶s} = v_{t = ۴s} + S_۲$$

$$\xrightarrow[v_t = ۴s = ۶\frac{m}{s}]{S_۲ = -۲ \times ۱۲ = -۲۴\frac{m}{s}} v_{t = ۶s} = ۶ - ۲۴ = -۱۸\frac{m}{s}$$

$$\text{مدت زمان تندشونده} = \left(۲ - \frac{۵}{۴}\right) + (۶ - ۴/۵) = \frac{۹}{۴}s = ۲/۲۵s$$



۱۳۵- گزینه ۱ پاسخ صحیح است. راه حل اول: با توجه به این‌که شتاب حرکت منفی و سرعت اولیهٔ متحرک برابر با $۲\frac{m}{s}$ است، بنابراین در لحظه‌ای که تندی $۱۴\frac{m}{s}$ است، سرعت برابر با $-۱۴\frac{m}{s}$ است:

$$x = -۴t^۲ + ۲t + ۱ \xrightarrow{x = \frac{۱}{۲}at^۲ + v_۰t + x_۰} \begin{cases} \frac{۱}{۲}a = -۴ \Rightarrow a = -۸\frac{m}{s^۲} \\ v_۰ = ۲\frac{m}{s} \end{cases}$$

$$v = at + v_۰ \xrightarrow[a = -۸\frac{m}{s^۲}]{v_۰ = ۲\frac{m}{s} \text{ و } v = -۱۴\frac{m}{s}} -۱۴ = -۸t + ۲ \Rightarrow t = ۲s$$

$$\Rightarrow x = -۴ \times ۲^۲ + ۲ \times ۲ + ۱ = -۱۱m$$

راه دوم:

با استفاده از معادلهٔ سرعت - جابه‌جایی داریم:

$$v^۲ - v_۰^۲ = ۲a\Delta x \xrightarrow[v_۰ = ۲\frac{m}{s}]{|v| = ۱۴\frac{m}{s} \text{ و } a = -۸\frac{m}{s^۲}} (۱۴)^۲ - ۲^۲ = ۲ \times (-۸)\Delta x$$

$$\Rightarrow \Delta x = -\frac{۱۴^۲ - ۲^۲}{۱۶} = -۱۲m \xrightarrow[\Delta x = x - x_۰]{x_۰ = ۱m} -۱۲ = x - ۱ \Rightarrow x = -۱۱m$$

۱۳۶- گزینه ۱ پاسخ صحیح است. راه حل اول:

$$x_A = \frac{۱}{۲}a_A t^۲ + v_{۰A}t + x_{۰A} \xrightarrow{x_{۰A}=۰} x_A = \frac{۱}{۲}a_A t^۲ + v_{۰A}t$$

$$x_B = \frac{۱}{۲}a_B t^۲ + v_{۰B}t + x_{۰B} \xrightarrow{x_{۰B}=۰} x_B = \frac{۱}{۲}a_B t^۲ + v_{۰B}t$$

$$\xrightarrow{v_{۰A}=v_{۰B}} x_A - x_B = \frac{۱}{۲}(a_A - a_B)t^۲$$

$$\xrightarrow[x_A=۴۰m\,,\,x_B=۱۲m]{t=۴s} ۲۸ = \frac{۱}{۲}(a_A - a_B)\times ۴^۲ \Rightarrow a_A - a_B = \frac{۵۶}{۱۶} = \frac{۷}{۲}\frac{m}{s^۲}$$

$$\vec{v}_A = \vec{a}_A t + \vec{v}_{۰A}$$

$$\vec{v}_B = \vec{a}_B t + \vec{v}_{۰B}$$

$$\xrightarrow{\vec{v}_{۰A}=\vec{v}_{۰B}} \vec{v}_B - \vec{v}_A = (\vec{a}_B - \vec{a}_A)t$$

$$\xrightarrow{a_B - a_A = \frac{-۷}{۲}\frac{m}{s^۲}} \vec{v}_B - \vec{v}_A = \frac{-۷}{۲}\times ۴\vec{I} = -۱۴\vec{i}\left(\frac{m}{s}\right)$$

راه حل دوم: با توجه به رابطهٔ سرعت متوسط در حرکت با شتاب ثابت داریم:

$$\frac{v_A + v_{۰A}}{۲} = \frac{\Delta x_A}{\Delta t_A} \xrightarrow[\Delta x_A = ۴۰m]{\Delta t_A = ۴s} v_A + v_{۰A} = ۲۰\frac{m}{s}$$

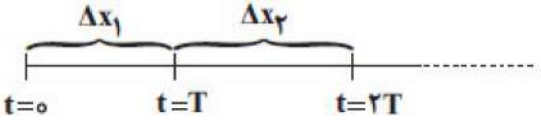
$$\frac{v_B + v_{۰B}}{۲} = \frac{\Delta x_B}{\Delta t_B} \xrightarrow[\Delta x_B = ۱۲m]{\Delta t_B = ۴s} v_B + v_{۰B} = ۶\frac{m}{s}$$

$$\xrightarrow{v_{۰A}=v_{۰B}} v_A - v_B = ۱۴\frac{m}{s} \Rightarrow \vec{v}_B - \vec{v}_A = -۱۴\vec{i}\left(\frac{m}{s}\right)$$

۱۳۷- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. از آن‌جا که تندی متوسط و بزرگی سرعت متوسط با یکدیگر برابر نیستند، بنابراین جهت حرکت متحرک تغییر می‌کند. در حرکت با شتاب ثابت اگر متحرک تغییر جهت دهد ابتدا نوع حرکت متحرک کندشونده است و سپس تندشونده می شود.

۱۳۸- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. چون نمودار مکان - زمان به‌صورت سهمی است، بنابراین حرکت با شتاب ثابت است، از طرفی با توجه به شکل شیب خط مماس بر نمودار ابتدا منفی و اندازهٔ آن در حال کم شدن می‌باشد. بنابراین شتاب حرکت متحرک ثابت و مثبت است و لذا نمودار سرعت - زمان به‌صورت خط راست با شیب مثبت است و از آن جا که شیب خط مماس بر نمودار مکان - زمان در مبدا زمان منفی است، بنابراین سرعت اولیهٔ متحرک منفی است و لذا نمودار سرعت - زمان آن مطابق گزینهٔ «۳» است.

۱۳۹- گزینه ۴ پاسخ صحیح است.



با استفاده از رابطهٔ سرعت متوسط متحرک داریم:

$$\frac{v_۰ + \overbrace{v_۰ + aT}^{v_۱}}{۲} = \frac{\Delta x_۱}{T} \Rightarrow \Delta x_۱ = v_۰ T + \frac{aT^۲}{۲}$$

$$\frac{\overbrace{v_۰ + aT}^{v_۱} + \overbrace{v_۰ + ۲aT}^{v_۲}}{۲} = \frac{\Delta x_۲}{T}$$

$$\Rightarrow \Delta x_۲ = v_۰ T + \frac{aT^۲}{۲} + aT^۲ = \Delta x_۱ + aT^۲$$

$$\Delta x_n = \Delta x_۱ + (n - ۱)aT^۲$$

متحرک A: $\Delta x_۴ = \Delta x_۱ + ۳a_A T^۲ \xrightarrow[\Delta x_۱ = ۲۵m]{\Delta x_۴ = ۴۵m} ۳a_A T^۲ = ۲۰m \quad (۱)$

متحرک B: $\Delta x_۴ = \Delta x_۱ + ۳a_B T^۲ \xrightarrow[\Delta x_۴ = ۴۰m]{\Delta x_۱ = ۱۵m} ۳a_B T^۲ = ۲۵m \quad (۲)$

$$(۱) \text{ و } (۲) \Rightarrow \frac{a_A}{a_B} = \frac{۲۰}{۲۵} = \frac{۴}{۵}$$

۱۴۰- گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$۳s \le t \le ۶s$$

$$v_{av} = \frac{v_۱ + v_۲}{۲} \xrightarrow{v_۱ = at_۱ \text{ و } v_۲ = at_۲} v_{av} = \frac{a(t_۱ + t_۲)}{۲}$$

$$\xrightarrow[a = ۴\frac{m}{s^۲}]{t_۱ = ۳s \text{ و } t_۲ = ۶s} v_{av} = \frac{۴ \times (۳ + ۶)}{۲} = ۱۸\frac{m}{s}$$

۱۴۱- گزینه ۴ پاسخ صحیح است. زمانی که سرعت و شتاب هم‌جهت باشند، اندازهٔ سرعت افزایش می یابد. چون در ابتدا متحرک در جهت مثبت محور x ها در حال حرکت است. بنابراین اگر شتاب مثبت باشد بر اندازهٔ سرعت متحرک افزوده می‌شود و اگر شتاب منفی باشد، اندازهٔ سرعت حرکت متحرک کاهش می‌یابد.

در گزینهٔ «۱»: در حالی‌که شتاب مثبت است سرعت متحرک صفر شده است اما از آن‌جا سرعت اولیهٔ متحرک مثبت بوده بنابراین نمی‌تواند سرعت متحرک صفر گردد.

در گزینهٔ «۲»: ابتدا شتاب منفی است و سرعت متحرک به صفر می‌رسد و سپس شتاب مثبت می‌شود و بایستی متحرک با سرعت مثبت و تندشونده از حال سکون شروع به حرکت کند. (نادرستی گزینهٔ «۲»)

در گزینهٔ «۳»: با توجه به این‌که شتاب همواره مثبت است بایستی حرکت متحرک پیوسته تندشونده باشد و لذا سرعت متحرک نبایستی صفر گردد.

در گزینهٔ «۴»: شتاب متحرک همواره منفی است. در ابتدا سرعت متحرک صفر می‌شود و سپس با تغییر اندازهٔ شتاب در جهت منفی اندازهٔ سرعت افزایش می یابد.

۱۴۲- گزینه ۱ پاسخ صحیح است. با توجه به معادلهٔ مکان - زمان در حرکت با شتاب ثابت داریم:

$$\Delta x = \frac{1}{2} at^2 + v_0 t \xrightarrow[a = -4\frac{m}{s^2},\ t = 3s]{v_0 = 20\frac{m}{s}} \Delta x = \frac{-1}{2} \times 4 \times 3^2 + 20 \times 3$$

$$\Rightarrow \Delta x = 42m \Rightarrow \text{بردار جابه جایی} = 42\vec{i}(m)$$

۱۴۳- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های آب سبب می‌شود تا ماهی بتواند از آن به عنوان وسیله‌ای جهت شکار استفاده کند.

۱۴۴- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. علت پخش شدن آب بر روی سطح شیشهٔ تمیز آن است که نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های آب کم‌تر از نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های آب و شیشه است.

۱۴۵- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ویژگی‌های فیزیکی نانو لایه‌ها، همانند نانو ذره‌ها تغییر قابل توجهی دارند.

۱۴۶- گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$P = \rho gh + P_0 \Rightarrow (P_0 + 0/8P_0) = \rho gh + P_0$$
$$\Rightarrow 1/8P_0 - P_0 = \rho gh$$
$$\Rightarrow 0/8 \times 10^5 = 10^3 \times 10h$$
$$\Rightarrow h = 8m$$

۱۴۷- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. فشار هوا در ارتفاع h از سطح دریا:

$$P = P_{\circ} - \bar{\rho} gh$$

$$P = ۱۰^{۵} - ۱ \times ۱۰ \times ۲۰۰۰ = ۱۰۰ \times ۱۰^{۳} - ۲۰ \times ۱۰^{۳} = ۸۰ \times ۱۰^{۳} Pa$$

$$F = PA = ۸۰ \times ۱۰^{۳} \times (۰/۵)^{۲}$$

$$F = ۸ \times ۱۰^{۴} \times ۳ \times ۰/۲۵ = ۶ \times ۱۰^{۴} N$$

۱۴۸- گزینه ۴ پاسخ صحیح است. طبق رابطهٔ $F = mg$ نیروی وارد از طرف مایع به کف ظرف برابر وزن مایع است که در دو حالت یکسان است. در مورد فشار، از آن جا که حجم مایع انتقال داده شده ثابت است، در ظرف دوم که قاعدهٔ آن ۹ برابر ظرف اول است، ارتفاع مایع $\frac{۱}{۹}$ برابر ظرف اول است.

$$V_{۲} = V_{۱} = A_{۲} h_{۲} = A_{۱} h_{۱} \Rightarrow ۹ A_{۱} h_{۲} = A_{۱} h_{۱} \Rightarrow h_{۲} = \frac{۱}{۹} h_{۱}$$

$$P = \rho gh \xrightarrow{h_{۲} = \frac{۱}{۹} h_{۱}} P_{۲} = \frac{۱}{۹} P_{۱}$$

۱۴۹- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. باید دقت کنید که ابتدا فشار وارد بر کف ظرف از طرف مایع برابر است با:

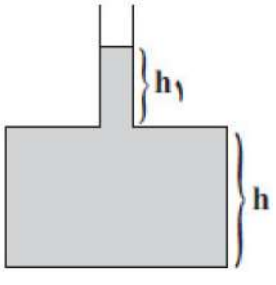
$$P = \rho gh + \rho gh$$

حال وقتی مساحت سمت باریک $\frac{۱}{۳}$ برابر شود، آن‌گاه:

$$h_{۱} = \frac{V_{۱}}{A_{۱}} \quad \begin{array}{l} \rightarrow \text{ثابت} \\ \searrow \frac{۱}{۳} \text{ برابر} \end{array}$$

$$\downarrow$$

۳ برابر



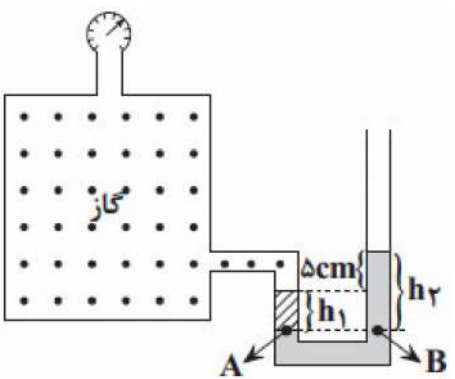
بنابراین فشار جدید وارد بر کف ظرف برابر است با:

$$P' = \rho gh + ۳\rho gh_{۱}$$

$$\frac{P'}{P} = \frac{\rho gh + ۳\rho gh_{۱}}{\rho gh + \rho gh_{۱}}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \frac{P'}{P} = \frac{(\rho gh + \rho gh_{۱}) + ۲\rho gh_{۱}}{\rho gh + \rho gh_{۱}} = ۱ + \frac{۲\rho gh_{۱}}{\rho gh + \rho gh_{۱}} > ۱ \\ \frac{P'}{P} = \frac{۳(\rho gh + \rho gh_{۱}) - ۲\rho gh}{\rho gh + \rho gh_{۱}} = ۳ - \frac{۲\rho gh}{\rho gh + \rho gh_{۱}} < ۳ \end{cases}$$

۱۵۰- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. فشارسنج، فشار پیمانه‌ای مخزن گاز یعنی $P_{\text{گاز}} - P_{\circ}$ را نمایش می‌دهد. اگر برای دو نقطهٔ A و B فشار را بنویسیم، داریم:



$$P_A = P_{\text{گاز}} + \rho_۱ g h_۱$$

$$P_B = P_{\circ} + \rho_۲ g h_۲$$

$$\xrightarrow{P_A = P_B} P_{\text{گاز}} + \rho_۱ g h_۱ = P_{\circ} + \rho_۲ g h_۲$$

$$\Rightarrow \underbrace{P_{\text{گاز}} - P_{\circ}}_{\text{پیمانه ای } P} = \rho_۲ g h_۲ - \rho_۱ g h_۱$$

$$\Rightarrow ۱۸۰۰ = \left(۳ \times ۱۰^{۳} \times ۱۰ \times h_۲\right) - \left(۸ \times ۱۰^{۲} \times ۱۰ \times h_۱\right)$$

$$\Rightarrow ۳۰۰ h_۲ - ۸۰ h_۱ = ۱۸ \Rightarrow ۱/۵ h_۲ - ۰/۴ h_۱ = ۹ \times ۱۰^{-۲} (m)$$

$$\Rightarrow ۱/۵ h_۲ - ۰/۴ h_۱ = ۹ (cm) \quad (۱)$$

از طرفی طبق شکل می‌توان نوشت:

$$h_۲ - h_۱ = ۵ cm \quad (۲)$$

$$\frac{h_۲}{h_۱} = \frac{۷۰}{۱۵} = \frac{۱۴}{۳}$$

با حل دو معادلهٔ (۱) و (۲) داریم: $h_۱ = \frac{۱۵}{۱۱} cm$ و $h_۲ = \frac{۷۰}{۱۱} cm$ در نتیجه: