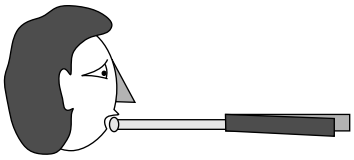
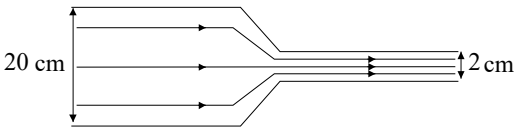
۱ مطابق شکل زیر، هنگامی که دو نوار کاغذی را به انتهای یک نی نوشابه چسبانده و از طریق نی ، به درون دو نوار می‌دمیم، نوارهای کاغذی ..... می‌شوند. در این حالت اگر فشار هوای بین دو نوار $P_۱$ و فشار هوای اطراف آن‌ها $p_۲$ باشد، ..... است.



۱) به هم نزدیک - $P_۱ > P_۲$
۲) از هم دور - $P_۱ > P_۲$
۳) به هم نزدیک - $P_۲ > P_۱$
۴) از هم دور- $P_۲ > P_۱$

پاسخ: ۴ ۲ **۳** ۱ با دمیدن هوا، سرعت جریان هوای بین دو نوار افزایش یافته و طبق اصل برنولی، فشار هوای بین دو نوار کاهش می‌یابد. بنابراین فشار هوای اطراف دو نوار بیشتر از فشار هوای بین دو نوار شده و سبب می‌شود که دو نوار به هم نزدیک شوند. پس $P_۲ > P_۱$ است.

۲ در شکل زیر، آب به‌صورت پایا با آهنگ $۳۰\frac{L}{\min}$ از دهانهٔ خروجی لوله خارج می‌شود. تندی آب در هنگام ورود به لوله چند $\frac{cm}{s}$ است؟ $(\pi \simeq ۳)$



۱) ۰٫۱
۲) $\frac{۵۰۰}{۳}$
۳) $\frac{۵}{۳}$
۴) ۱۰

پاسخ: ۴ ۲ **۳** ۱

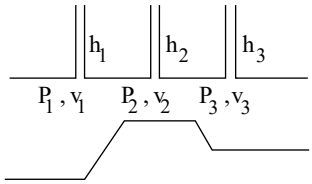
آهنگ شارش شاره = ثابت $\Rightarrow$ آهنگ ورودی = آهنگ خروجی $= ۳۰\frac{L}{\min}$

$$۳۰\frac{L}{\min} \times \frac{۱۰۰۰cm^۳}{۱L} \times \frac{۱\min}{۶۰s} = ۵۰۰\frac{cm^۳}{s}$$

در ورودی لوله $\Rightarrow A_۱v_۱ = ۵۰۰\frac{cm^۳}{s}$ $\pi r_۱^۲ v_۱ = ۵۰۰\frac{cm^۳}{s}$ $\xrightarrow{d_۱=۲۰cm\Rightarrow r_۱=۱۰cm}$ $۳ \times (۱۰)^۲ v_۱$

$$= ۵۰۰ \frac{cm^۳}{s} \rightarrow v_۱ = \frac{۵}{۳} \frac{cm}{s}$$

۳ در شکل زیر، جریان لایه‌ای مایع در لولهٔ افقی به‌طور پیوسته از چپ به راست برقرار است. در کدام گزینه مقایسهٔ درستی میان تندی شاره، فشار مایع و ارتفاع مایع درون لوله‌ها انجام شده است؟



۱) $P_۲ > P_۱$ و $v_۱ < v_۲$

۲) $v_۱ < v_۲$ و $h_۱ > h_۳$

۳) $P_۱ < P_۲$ و $h_۱ > h_۲$

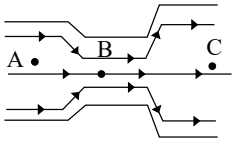
۴) $P_۳ > P_۱$ و $v_۲ > v_۳$

پاسخ: ۱ ۲ ۳ ۴ به کمک مفهوم اصل برنولی و معادلهٔ پیوستگی می‌توان نوشت: هرچه دهانهٔ لوله تنگ‌تر شود، (مساحت سطح مقطع لوله کمتر شود)، تندی شاره بیشتر و فشار شاره کمتر می‌شود. به عبارت دیگر سطح مقطع (A) و فشار (P) با یکدیگر رابطهٔ موافق و با تندی (v) رابطهٔ مخالف دارند. در نتیجه داریم:

$$A_۲ < A_۳ < A_۱ \Rightarrow P_۲ < P_۳ < P_۱ \Rightarrow v_۲ > v_۳ > v_۱$$

میان ارتفاع مایعات درون لوله‌ها رابطهٔ $h_۲ < h_۳ < h_۱$ برقرار است.

۴ جریان لایه‌ای آب داخل لوله‌ی شکل زیر در حالت پایا در حال حرکت است. کدام گزینه درباره‌ی مقایسه‌ی تندی آب (v) و فشار (P) در نقاط A، B و C صحیح است؟



۱) $P_A = P_C > P_B$
$v_B > v_C > v_A$

۲) $P_B < P_A < P_C$
$v_B > v_C > v_A$

۳) $P_B < P_A < P_C$
$v_B > v_A > v_C$

۴) $P_B > P_A > P_C$
$v_B > v_A > v_C$

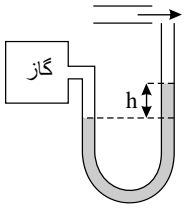
پاسخ: ۱ ۲ ۳ ۴ در حالت پایا، با افزایش سطح مقطع لوله، تندی جریان کاهش می‌یابد (معادله‌ی پیوستگی). بنابراین با توجه به شکل صورت سؤال داریم:

$$v_B > v_A > v_C$$

همچنین می‌دانیم، در مسیر حرکت شاره، با افزایش تندی شاره، فشار آن کاهش می‌یابد (اصل برنولی). پس در مورد این سؤال می‌توان نوشت:

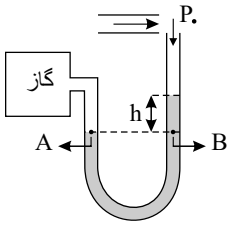
$$P_B < P_A < P_C$$

۵ مطابق شکل مقابل، اگر در بالای لولهٔ یک فشارسنج در جهت نشان داده شده با شدت زیاد بدمیم، فشارسنج، فشار پیمانه‌ای گاز درون مخزن را چگونه نمایش خواهد داد؟ (فشار گاز مخزن را ثابت فرض کنید.)



۱) برابر با مقدار واقعی
۲) کمتر از مقدار واقعی
۳) بیشتر از مقدار واقعی
۴) قابل پیش‌بینی نیست.

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱



$$P_A = P_B \rightarrow P_{\text{گاز}} = P_{\circ} + \rho gh$$

$$P_{\text{پیمانه‌ای}} = P_{\text{گاز}} - P_{\circ} = \rho gh$$

با دمیدن در بالای لولهٔ فشارسنج، مطابق با اصل برنولی، با افزایش سرعت هوا، فشار آن کاهش می‌یابد. با توجه به ثابت بودن فشار گاز، مقداری مایع لولهٔ سمت چپ به لولهٔ سمت راست منتقل می‌شود و در نتیجه فشار پیمانه‌ای گاز (ρgh) بیش‌تر از مقدار واقعی نمایش داده می‌شود.

۶ وقتی شیر آبی را کمی باز می‌کنیم و آب به آرامی جریان می‌یابد، مشاهده می‌شود که .....

۱) با نزدیک‌تر شدن جریان آب به زمین، به‌دلیل افزایش فشار، سطح مقطع آب کم‌تر می‌شود.
۲) با نزدیک‌تر شدن جریان آب به زمین، به دلیل افزایش تندی، سطح مقطع آب کمتر می‌شود.
۳) با نزدیک‌تر شدن جریان آب به زمین، چون فشار هوا ثابت است، سطح مقطع آب تغییری نمی‌کند.
۴) به‌دلیل وجود نیروی هم‌چسبی، سطح مقطع آب کاهش می‌یابد.

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱ هرچه آب بیش‌تر پایین می‌آید، تندی آن بیش‌تر می‌شود در نتیجه باتوجه به معادله‌ی پیوستگی $(A_1 v_1 = A_2 v_2)$ سطح مقطع آب کاهش می‌یابد و جریان آب باریک‌تر می‌شود.

۷ در یک تفنگ آب‌پاش، قطر لولهٔ خروجی آب $\frac{۱}{۵}$ قطر لوله‌ای است که ماشه به وسیلهٔ آن نیرو وارد می‌کند. اگر تندی آب در جلوی ماشهٔ تفنگ $۱۲\frac{cm}{s}$ باشد، تندی خروج آب از تفنگ چند متر بر ثانیه است؟

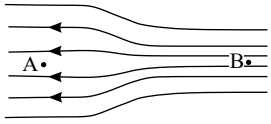
۱) ۳۰۰ ۲) ۶۰ ۳) ۳ ۴) ۰٫۶

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱ با استفاده از معادلهٔ پیوستگی داریم:

$$A_۱v_۱ = A_۲v_۲ \Rightarrow \frac{\pi D_۱^۲}{۴}v_۱ = \frac{\pi D_۲^۲}{۴}v_۲$$

$$\xrightarrow[v_۱=۱۲\frac{cm}{s}]{D_۲=\frac{۱}{۲}D_۱} D_۱^۲ \times ۱۲ = \frac{۱}{۲۵}D_۱^۲ v_۲ \Rightarrow v_۲ = ۳۰۰\frac{cm}{s} = ۳\frac{m}{s}$$

۸ در شکل زیر، آب با جریان لایه‌ای در لوله‌ای استوانه‌ای با دو سطح مقطع متفاوت در حال حرکت است. اگر تندی آب در نقطهٔ A، $\frac{۱}{۴}$ تندی آن در نقطهٔ B باشد، نسبت قطر مقطع بزرگتر لوله به قطر مقطع کوچکتر آن کدام است؟

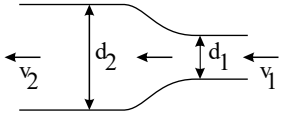


۱) ۸ ۲) ۴ ۳) ۶ ۴) ۲

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱ با استفاده از معادلهٔ پیوستگی می‌توان نوشت:

$$A_Av_A = A_Bv_B \Rightarrow \frac{A_A}{A_B} = \frac{v_B}{v_A} \Rightarrow (\frac{D_A}{D_B})^۲ = \frac{v_B}{v_A} \Rightarrow \frac{D_A}{D_B} = \sqrt{۴} \Rightarrow \frac{D_A}{D_B} = ۲$$

۹ در شکل زیر، آب در حالت پایا و با تندی $v_۱ = ۲۰\frac{m}{s}$ وارد لوله می‌شود و از طرف دیگر لوله با تندی $v_۲$ خارج می‌شود، اگر قطر لوله در قسمت پهن‌تر دو برابر قسمت باریک‌تر باشد، در این صورت $v_۲$ چند متر بر ثانیه است؟



۱) ۸۰ ۲) ۴۰ ۳) ۵ ۴) ۲٫۵

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱ با استفاده از معادلهٔ پیوستگی، می‌توان تندی آب خروجی را محاسبه کرد. داریم:

$$A_1 v_1 = A_2 v_2 \Rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \frac{A_2}{A_1} \xrightarrow{A=\frac{\pi d^2}{4}} \frac{v_1}{v_2} = \left(\frac{d_2}{d_1}\right)^2 \Rightarrow \frac{20}{v_2} = (2)^2 \Rightarrow v_2 = \frac{20}{4} = 5\frac{m}{s}$$

۱۰ مطابق شکل زیر آب در یک لولهٔ افقی به صورت پایا در جریان است. سطح مقطع لوله در نقطهٔ A به صورت دایره‌ای به شعاع a و در نقطهٔ B به صورت مربعی به ضلع a می‌باشد. اگر تندی شاره در نقاط A و B به ترتیب برابر v_A و v_B باشد و فشار مایع در نقاط A و B به ترتیب برابر P_A و P_B باشد، در این صورت حاصل $\frac{v_B}{v_A}$ و $\frac{P_B}{P_A}$ به ترتیب از راست به چپ چگونه است؟

۱) بزرگ‌تر از یک، بزرگ‌تر از یک
۲) کوچک‌تر از یک، بزرگ‌تر از یک
۳) کوچک‌تر از یک، کوچک‌تر از یک
۴) بزرگ‌تر از یک، کوچک‌تر از یک

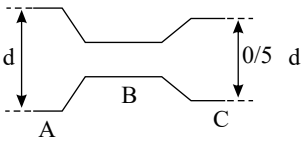
پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱ باتوجه به معادلهٔ پیوستگی برای شاره‌ای تراکم‌ناپذیر داریم:

$$A_A v_A = A_B v_B \xrightarrow{A_A=\pi A^2, A_B=a^2} \frac{v_B}{v_A} = \frac{A_A}{A_B} = \frac{\pi}{1} > 1$$

باتوجه به اصل برنولی در مسیر حرکت شاره در لولهٔ افقی با افزایش تندی شاره فشار آن کاهش می‌یابد لذا $P_A > P_B$ است. بنابراین:

$$\frac{P_B}{P_A} < 1$$

۱۱ درون محفظهٔ شکل مقابل، آب به‌صورت لایه‌ای جریان دارد. در این صورت فشار آب در حال حرکت از مقطع A به قطر d تا مقطع C به قطر $0/5d$ ..... می‌یابد و تندی جریان آب در مقطع C، ..... برابر تندی جریان آب در مقطع A است.



۱) ابتدا افزایش و سپس کاهش – ۲
۲) ابتدا کاهش و سپس افزایش – ۴
۳) ابتدا افزایش و سپس کاهش – ۴
۴) ابتدا کاهش و سپس افزایش – ۲

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱ بر اساس اصل برنولی، در مسیر حرکت شاره‌ای که به‌طور لایه‌ای و در امتداد افق حرکت می‌کند،

اصل برنولی

با افزایش تندی، فشار کاهش می‌یابد. از طرفی با توجه به ثابت بودن آهنگ شارش حجمی یک شارهٔ تراکم‌ناپذیر (مانند آب) می‌توان نوشت:

$$A_A v_A = A_C v_C \, , \, \frac{A_A}{A_C} = \left(\frac{D_A}{D_C}\right)^{۲} = \left(\frac{d}{۰/۵d}\right)^{۲} = ۴ \Rightarrow \frac{v_C}{v_A} = \frac{A_A}{A_C} = ۴ \quad (۱)$$

از آن‌جایی که طبق معادلهٔ پیوستگی، تندی شاره با سطح مقطع جریان نسبت عکس دارد، می‌توان نوشت:

$$v_A < v_B \, , \, v_B > v_C \xrightarrow{(۱)} v_A < v_C < v_B \Rightarrow P_A > P_C > P_B$$

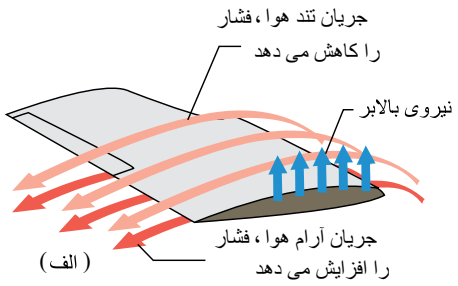
بنابراین با عبور جریان آب از مقطع A تا C، فشار ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد.

۱۲ بال‌های هواپیما طوری طراحی شده‌اند که تندی هوا در بالای بال ..... از زیر آن است. در نتیجه فشار هوای بالای بال ..... از فشار هوای زیر آن است.

۱) کم‌تر – بیش‌تر ۲) بیش‌تر – کم‌تر ۳) کم‌تر – کم‌تر ۴) بیش‌تر – بیش‌تر

پاسخ: ۴ ۳ **۲** ۱ بال‌های هواپیما طوری طراحی می‌شوند که مسیر حرکت هوا در بالای بال طولانی‌تر از زیر آن است پس تندی هوا در بالای بال نسبت به زیر آن بیش‌تر است و طبق اصل برنولی: «در مسیر حرکت شاره، با افزایش تندی شاره، فشار آن کاهش می‌یابد.» پس فشار هوای بالای بال کم‌تر از فشار هوای زیر آن است و همین موضوع سبب به‌وجود آمدن نیروی بالابرنده (لیفت) وارد بر هواپیما و بالا رفتن هواپیما می‌شود.

الف) شکل صفحه ۸۹ کتاب درسی



۱۳ در یک لوله به قطر $۲۰cm$، آب با تندی $۱۰\frac{m}{s}$ حرکت می‌کند. در قسمت دیگر این لوله که قطر آن $۵cm$ است، تندی آب چند $\frac{m}{s}$ است؟ (جریان آب داخل لوله را در حالت پایا فرض کنید.)

۱) ۴۰ ۲) ۱۶۰ ۳) ۸۰ ۴) ۲۰

پاسخ: ۴ ۳ **۲** ۱ با استفاده از معادله‌ی پیوستگی و باتوجه به این‌که سطح مقطع لوله برابر با $A = \pi R^{۲} = \pi \frac{D^{۲}}{۴}$ است، به‌صورت زیر تندی آب را به‌دست می‌آوریم.

$$A_۱ v_۱ = A_۲ v_۲$$

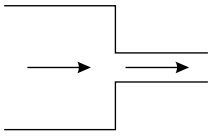
اصل برنولی

$$\pi\frac{D_1^2}{4}\times v_1=\pi\frac{D_2^2}{4}\times v_2$$

$$20^2\times 10=5^2\times v_2\Rightarrow 4000=25v_2\Rightarrow v_2=160\frac{m}{s}$$

تذکر: دقت کنید باید یکای کمیت‌های هم‌جنس در دو طرف رابطه یکسان باشد.

۱۴ در شکل زیر قطر دهانهٔ پهن‌تر لوله، ۴ برابر قطر دهانهٔ باریک‌تر آن است. اگر در هر دقیقه ۳ لیتر آب از دهانهٔ بزرگ‌تر لوله وارد شود، چند لیتر آب از دهانهٔ کوچک‌تر خارج می‌شود؟

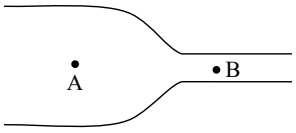


۱) $\frac{3}{16}$ ۲) $\frac{3}{4}$ ۳) ۳ ۴) ۱۲

پاسخ: ۱ ۲ **۳** ۴ از روی شکل مشخص است که هر مقدار آبی که از قطر پهن‌تر لوله وارد می‌شود باید از دهانهٔ باریک‌تر لوله عبور کند پس لزوماً همان ۳ لیتر آب در هر دقیقه از دهانهٔ کوچک‌تر عبور می‌کند.

نکته: طبق معادلهٔ پیوستگی سرعت خروج آب در دهانهٔ باریک‌تر بسیار بیش‌تر از دهانهٔ پهن است.

۱۵ اگر جریان یکنواخت و لایه‌ای شاره، درون لوله ..... باشد، ..... شاره در مقطع A نسبت به مقطع B ..... است.



۱) به سمت چپ – تندی – بیش‌تر

۲) به سمت راست – فشار – کم‌تر

۳) به سمت چپ – فشار – کم‌تر

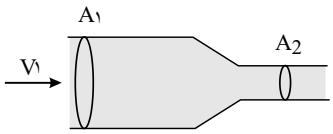
۴) به سمت راست – تندی – کم‌تر

پاسخ: **۴** ۳ ۲ ۱ طبق اصل برنولی در مسیر حرکت شاره با افزایش تندی شاره، فشار آن کاهش می‌یابد و می‌دانیم اگر سطح مقطع کاهش یابد تندی شاره افزایش می یابد (معادلهٔ پیوستگی).

توجه کنید که تفاوتی نمی‌کند جهت جریان شاره به سمت راست یا چپ باشد.

از طرفی داریم: $v_B>v_A\Rightarrow P_B<P_A$

۱۶ در شکل زیر، جریان لایه‌ای آب با تندی $v_۱ = ۲\,m/s$ از مقطع $A_۱ = ۳۰cm^۲$ عبور می‌کند و به مقطع $A_۲ = ۴cm^۲$ می‌رسد. در این حالت، فشار در مقطع $A_۲$، ..... از فشار در مقطع $A_۱$ است و تندی آب مقطع $A_۲$ ..... متربرثانیه است.



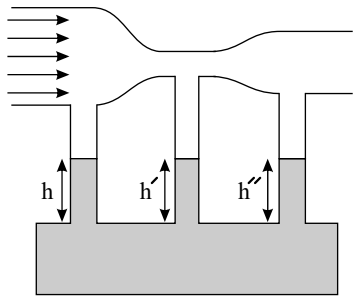
۱) بیشتر، ۱۵
۲) کمتر، ۱۵
۳) بیشتر، ۶۰
۴) کمتر، ۶۰

پاسخ: ۴ ۳ **۲** ۱ طبق معادلهٔ پیوستگی، چون $A_۲ < A_۱$ است، $v_۲ > v_۱$ خواهد بود. بنابراین طبق اصل برنولی، از آنجاکه $v_۲ > v_۱$ است $P_۲ < P_۱$ خواهد بود. یعنی فشار در مقطع $A_۲$ کمتر از فشار در مقطع $A_۱$ است.

برای به‌دست آوردن تندی آب در مقطع $A_۲$ از معادلهٔ پیوستگی استفاده می‌کنیم:

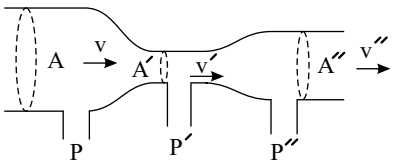
$$A_۱v_۱ = A_۲v_۲ \xrightarrow[A_۲=۴cm^۲\ ,\ v_۲=?]{A_۱=۳۰cm^۲\ ,\ v_۱=۲\ m/s} ۳۰ \times ۲ = ۴ \times v_۲ \Rightarrow v_۲ = ۱۵\,m/s$$

۱۷ مطابق شکل اگر هوا در داخل لولهٔ اصلی از چپ به راست جریان پیدا کند، کدام گزینه رابطهٔ بین ارتفاع مایع در لوله‌ها را به درستی نشان می‌دهد؟



۱) $h < h'' < h'$
۲) $h' = h'' = h$
۳) $h > h'' > h'$
۴) بستگی به چگالی مایع دارد.

پاسخ: ۴ ۳ ۲ **۱** با توجه به اصل برنولی داریم:



$$A > A'' > A'$$
$$\Rightarrow v < v'' < v'$$
$$\Rightarrow P > P'' > P'$$

وقتی جریان هوا برقرار می‌شود، طبق اصل برنولی، فشار کاهش می‌یابد و ارتفاع مایع‌ها در لوله‌ها تغییر می‌کند. از طرفی مقدار تغییر ارتفاع مایع در لوله‌ها به میزان تغییرات فشار بستگی دارد، هرچه فشار بیشتر باشد (افت فشار

اصل برنولی

کمتری داشته باشیم)، مایع در لوله کمتر بالا می‌آید. بنابراین:

$$\Rightarrow h < h'' < h'$$