فهرست

فصل اول

فیزیک و اندازه‌گیری ۷

پاسخ‌نامهٔ تشریحی ۲۳

فصل دوم

ویژگی‌های فیزیکی مواد ۳۴

پاسخ‌نامهٔ تشریحی ۷۵

فصل سوم

کار، انرژی و توان ۱۱۰

پاسخ‌نامهٔ تشریحی ۱۳۶

فصل چهارم

دما و گرما ۱۶۱

پاسخ‌نامهٔ تشریحی ۲۰۸

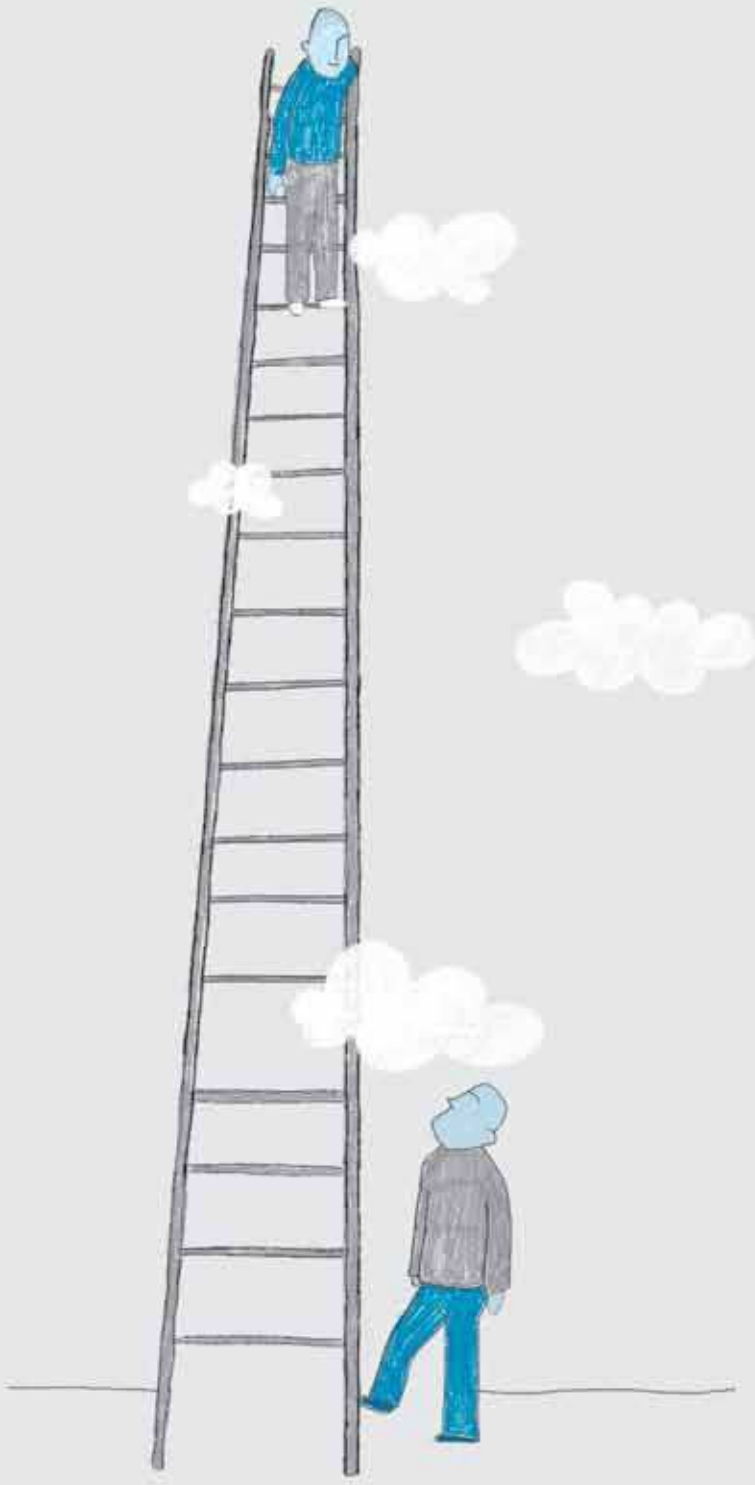
فصل پنجم

ترمودینامیک ۲۵۴

پاسخ‌نامهٔ تشریحی ۲۷۶

پاسخ‌نامهٔ کلیدی ۲۹۰

فصل ۲ ویژگی های فیزیکی مواد



بخش ۳ شناوری

۱۲- شناوری و اصل ارشمیدس

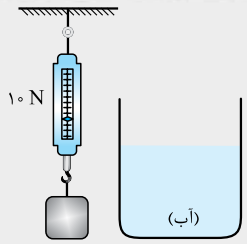
اگر جسمی داخل یک شاره فرو رود، فشار شاره در پایین جسم بیشتر از فشار شاره در بالای جسم می‌شود و نیروی خالصی به سمت بالا به جسم وارد می‌شود که باعث کاهش وزن جسم در شاره می‌شود. این نیرو را «نیروی شناوری (F_b)» می‌نامند.

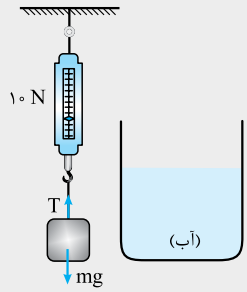
اصل ارشمیدس: **به هر جسمی که به طور کامل یا جزئی داخل شاره‌ای قرار گرفته باشد، نیروی رو به بالایی از طرف شاره وارد می‌شود که هم‌اندازه با وزن مایع جابه‌جاشده توسط جسم است.**

تست **جسمی مطابق شکل روبه‌رو، به انتهای نیروسنجی وصل است و نیروسنج عدد ۱۰ N را نشان می‌دهد. جسم را به آرامی وارد ظرفی حاوی آب می‌کنیم؛ اگر نیروی شناوری وارد بر جسم ۴ N باشد، نیروسنج چند نیوتون را نشان می‌دهد؟ ($g = ۱۰ \, m/s^۲$)**

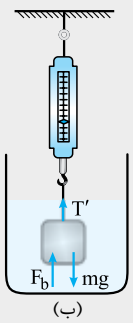
۱) ۴ ۲) ۶

۳) ۹/۶ ۴) ۱۰/۴





(الف)



(ب)

پاسخ **گزینهٔ «۲»** **گام اول:** شما در علوم پایهٔ نهم خوانده‌اید که نیروسنج وزن جسم را اندازه می‌گیرد. الان می‌خواهیم به شما بگوییم این کار چگونه صورت می‌گیرد. به شکل (الف) توجه کنید. جسم متصل به نیروسنج ساکن است. پس برایند نیروهای وارد بر آن صفر است و نیروی رو به پایین وزن با نیروی رو به بالایی که نخ به جسم وارد می‌کند، خنثی می‌شود. اسم این نیرو را «کشش نخ» می‌نامیم و آن را با T نشان می‌دهیم.

$$F_{\text{جسم}} = ۰ \Rightarrow T - mg = ۰ \Rightarrow T = mg$$

چه اتفاقی افتاد؟ نخ با نیروی T جسم را به طرف بالا می‌کشد و در واکنش، جسم هم با نیرویی به همین اندازه نخ را به سمت پایین می‌کشد. همین نیرو توسط نیروسنج آشکار می‌شود.

نتیجه عدد نشان داده شده توسط نیروسنج هم‌اندازه با نیروی کشش نخ متصل به آن است.

حالا به شکل (ب) توجه کنید. علاوه بر نیروی کشش نخ (T') و نیروی وزن جسم، نیروی شناوری هم به جسم وارد می‌شود. چون جسم کماکان ساکن است، برایند نیروهای وارد بر آن باز هم صفر است. (نیروهای رو به بالا را با علامت مثبت و نیروهای رو به پایین را با علامت منفی نشان می‌دهیم.)

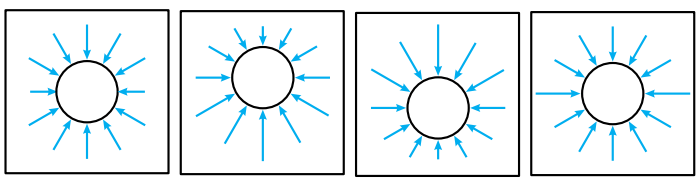
$$T' = mg - F_b = ۱۰ - ۴ = ۶ \, N \qquad T' + F_b - mg = ۰$$

نیروسنج باید هم ۶ N را نشان می‌داد! چون آب نیرویی به اندازهٔ ۴ N و رو به بالا به جسم وارد می‌کند و باعث می‌شود وزن جسم ۴ N کم‌تر از قبل به نظر برسد.

نتیجه تا قبل از ورود جسم به داخل آب، نیروسنج وزن واقعی جسم (یعنی $W = mg$) را نشان می‌دهد. وقتی جسم داخل مایع قرار می‌گیرد، به اندازهٔ نیروی شناوری از وزن جسم کم می‌شود و نیروسنج مقدار «$W - F_b$» را نشان می‌دهد. اصطلاحاً می‌گوییم وزن ظاهری جسم در سیال (W') برابر است با: $W' = W - F_b$

پرسش‌های چهارگزینه‌ای

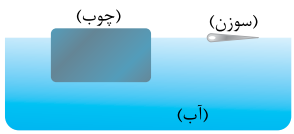
۱۵۹- یک جسم کروی به طور کامل درون آب قرار دارد. در کدام‌یک از شکل‌های مقابل، بردارهای نیروهای واردشده به جسم از طرف آب به درستی رسم شده است؟ *(آزمون پیشرفت تحصیلی مدارس استان خراسان ـ ۹۶)*


(۱) (۲) (۳) (۴)

۱) شکل ۱ ۲) شکل ۲

۳) شکل ۳ ۴) شکل ۴

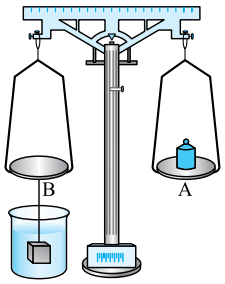
۱۶۰- در شکل مقابل، به ترتیب چه نیروهایی باعث شناوری چوب و سوزن فولادی بر سطح آب شده‌اند؟



۱) کشش سطحی، شناوری ۲) شناوری، کشش سطحی

۳) کشش سطحی، کشش سطحی ۴) شناوری، شناوری

۱۶۱- شکل مقابل، یک ترازوی آزمایشگاهی را نشان می‌دهد و ترازو و وزن اجسامی را که دو طرف آن قرار دارند، یکسان نشان می‌دهد. اگر ظرف آب را از محل دور کنیم، ترازو کدام کفه را سنگین‌تر نشان می‌دهد؟



۱) A

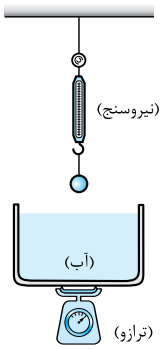
۲) B

۳) هیچ‌کدام

۴) اظهارنظر قطعی ممکن نیست.

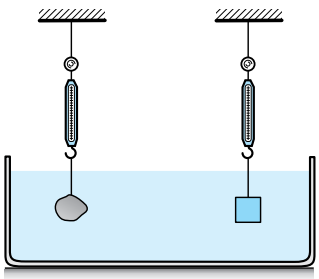
۱۶۲- یک قطعهٔ فلزی به جرم ۲۰۰ g را در آب غوطه‌ور و رها می‌کنیم. اگر نیروی شناوری وارد بر فلز ۰/۴ N باشد، فلز با شتاب ..... متر بر مربع ثانیه به سمت ..... شروع به حرکت می‌کند. ($g = 10\ m/s^2$)

۱) ۸، پایین ۲) ۸، بالا ۳) ۱۲، پایین ۴) ۱۲، بالا



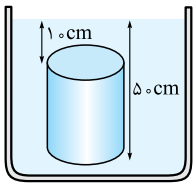
۱۶۳- در شکل مقابل، ترازو عدد ۱۲۰۰ g و نیروسنج عدد ۲۰ N را نشان می‌دهد. گلولهٔ متصل به نیروسنج را به آرامی وارد آب می‌کنیم به طوری که حجم آب روی کفهٔ ترازو تغییر نمی‌کند. اگر نیروسنج در این حالت عدد ۱۶ N را نشان دهد، ترازو چند گرم را نشان می‌دهد؟ ($g = 10\ m/s^2$)

۱) ۸۰۰
۲) ۱۱۶۰
۳) ۱۲۴۰
۴) ۱۶۰۰



۱۶۴- مطابق شکل روبه‌رو، دو جسم متصل به نیروسنج درون یک مایع فرو برده شده‌اند. اگر عدد نیروسنج‌ها هم‌اندازه باشند، تفاوت اندازهٔ نیروهای شناوری وارد بر دو جسم ..... تفاوت اندازهٔ وزن دو جسم است.

۱) کوچک‌تر از
۲) برابر با
۳) بزرگ‌تر از
۴) بی‌ارتباط با

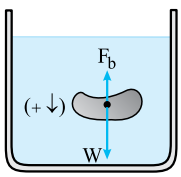
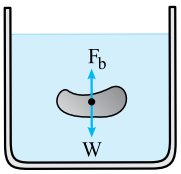
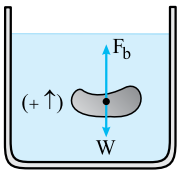


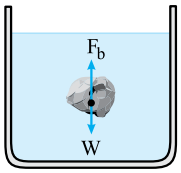
۱۶۵- استوانه‌ای توپر که سطح قاعدهٔ آن $20\ cm^2$ است، مطابق شکل درون آب به چگالی $1000\ kg/m^3$ قرار دارد. اختلاف نیروهایی که از طرف آب به قاعده‌های پایین و بالای استوانه وارد می‌شود، چند نیوتون است؟ ($g = 10\ m/s^2$) *(سراسری ریاضی ۸۸، خارج از کشور)*

۱) ۲ ۲) ۸ ۳) ۱۰ ۴) ۸۰۰

۱۳- وضعیت جسم درشاره

اگر جسمی با چگالی ρ را به طور کامل داخل مایعی با چگالی ρ_0 قرار دهیم، سه حالت زیر ممکن است اتفاق بیفتد:

مقایسهٔ نیروهای وارد بر جسم	شکل	نحوهٔ حرکت جسم	مقایسهٔ چگالی جسم و چگالی مایع	نتیجه
نیروی شناوری > وزن جسم		جسم به سمت پایین حرکت می‌کند.	$\rho > \rho_0$	اگر چگالی جسم بیشتر از چگالی مایع باشد، جسم در مایع ته‌نشین می‌شود.
نیروی شناوری = وزن جسم		جسم سر جای خود باقی می‌ماند	$\rho = \rho_0$	اگر چگالی جسم و مایع برابر باشد، جسم در مایع غوطه‌ور می‌شود.
نیروی شناوری < وزن جسم		جسم به سمت بالا حرکت می‌کند.	$\rho < \rho_0$	اگر چگالی جسم کم‌تر از چگالی مایع باشد، جسم بالا می‌آید و بالاخره بر سطح مایع شناور می‌شود.



(شکل ۲۲)

نکته دیدید که اگر چگالی جسم کم‌تر از چگالی مایع باشد، جسم به طرف بالا حرکت می‌کند و روی سطح مایع شناور می‌شود. پس از این‌که جسم در سر جای خود ثابت ماند، برایند نیروهای وارد بر آن صفر می‌شود و نیروهای شناوری و وزن با هم موازنه می‌شوند:

$$F_b = W$$

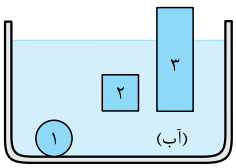
تست **یک توپ، هم می‌تواند بر سطح آب و هم بر سطح نفت شناور شود. اندازهٔ نیروی شناوری وارد بر توپ در حالتی که بر سطح آب شناور است، ..... نیروی شناوری همین توپ شناور بر سطح نفت است. (چگالی نفت کم‌تر از چگالی آب بوده و حجم و جرم توپ ثابت است.)**

۱) برابر با ۲) کوچک‌تر از ۳) بزرگ‌تر از ۴) بی‌ارتباط با

پاسخ **گزینهٔ «۱»** برای هر جسم شناور بر سطح هر مایع، رابطهٔ $W = F_b$ برقرار است. چون جرم و در نتیجه وزن توپ (W) روی آب و نفت یکسان است، F_b (نیروی شناوری) در هر دو حالتی که توپ بر سطح آب یا بر سطح نفت شناور است، با هم برابرند.

پرسش‌های چهارگزینه‌ای

۱۶۶- مطابق شکل، هر سه جسم در آب ساکن هستند. کدام مقایسه بین چگالی سه جسم درست است؟ (جسم ۱ بر کف ظرف نیرو وارد می‌کند.)



۱) $\rho_1 > \rho_2 > \rho_3$

۲) $\rho_3 > (\rho_1 = \rho_2)$

۳) $\rho_1 > \rho_3 > \rho_2$

۴) $\rho_1 > (\rho_2 = \rho_3)$

۱۶۷- وقتی یک کِشتی جنگی روی آب ساکن است، برایند نیروهای وارد بر کشتی از طرف آب به سمت ..... و مقدار آن ..... وزن کشتی است. *(آزمون پیشرفت تحصیلی دبیرستان‌های استعدادهای درخشان سراسر کشور - ۹۶، با تغییر)*

۱) بالا، بیشتر ۲) بالا، برابر ۳) پایین، بیشتر ۴) پایین، برابر

۱۶۸- قطعهٔ چوبی به جرم $1\,kg$ و چگالی $0/8\,g/cm^3$ را روی آب قرار می‌دهیم. برایند نیروهای وارد بر چوب چند نیوتون است؟ (چگالی آب $1\,g/cm^3$ و $g = 10\,m/s^2$ است.)

۱) صفر ۲) ۲ ۳) ۲/۵ ۴) ۱۲/۵

۱۶۹- یک تکه چوب به جرم $500\,g$ بر سطح آب و یک تکه چوب دیگر به جرم $1\,kg$ بر سطح نفت شناور است. اندازهٔ نیروی شناوری، در حالت دوم (در نفت) چند برابر حالت اول (در آب) است؟ (چگالی نفت $\frac{4}{5}$ برابر چگالی آب است.)

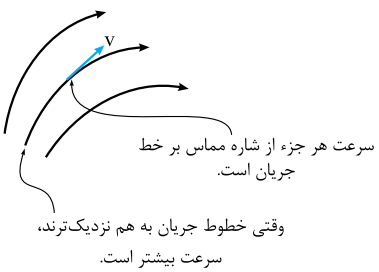
۱) $\frac{4}{5}$ ۲) ۱ ۳) $\frac{8}{5}$ ۴) ۲

۱۷۰- قطعه چوبی به چگالی $0/8\,g/cm^3$ و حجم $500\,cm^3$ را در داخل آب قرار داده و آن را رها می‌کنیم. چوب با شتاب $2/5\,m/s^2$ شروع به حرکت در داخل آب می‌کند. نیروی شناوری وارد بر چوب چند نیوتون است؟ $(g = 10\,m/s^2)$

۱) ۱ ۲) ۳ ۳) ۵ ۴) ۷

۱۴- شارهٔ در حرکت

خطوط جریان: حرکت شاره‌ها را با یک سری خطوط به نام خطوط جریان نشان می‌دهیم به طوری که هر جزئی از شاره روی یکی از این خطوط حرکت می‌کند. به شکل ۲۳ توجه کنید. نکات دیگری در مورد خطوط جریان در این شکل به چشم می‌خورند!



(شکل ۲۳)

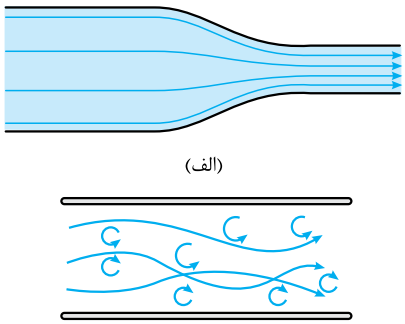
انواع حرکت شاره‌ها حرکت شاره‌ها را به دو دسته تقسیم می‌کنند: ۱ لایه‌ای (غیرتلاطمی) ۲ تلاطمی (آشوبناک)

حرکت لایه‌ای: در این حرکت، طرحی که خطوط جریان دارند با گذشت زمان تغییر نمی‌کند (شکل ۲۴- الف) بنابراین تندی شاره در هر نقطه تغییر نمی‌کند.

⚠ خواستان باشد که در یک حرکت لایه‌ای ممکن است تندی شاره در دو نقطهٔ متفاوت، با هم فرق کند. این منافاتی با ثابت‌ماندن تندی شاره در هنگام عبور از یک نقطه ندارد. به طور مثال در شکل (الف) شاره با تندی بیشتری از ناحیهٔ باریک لوله عبور می‌کند.

حرکت تلاطمی: در این حرکت، نقشهٔ خطوط جریان با گذشت زمان تغییر می‌کند. بنابراین تندی شاره در هنگام عبور از یک نقطه تغییر می‌کند.

در شکل (۲۴- ب) جریان تلاطمی آب در لوله‌ای دیده می‌شود. مطمئن باشید لحظه‌ای بعد شکل این خطوط تغییر می‌کند! مشخصهٔ اصلی این نوع حرکت چرخش‌ها و گردابه‌هایی است که داخل شاره به وجود می‌آید.

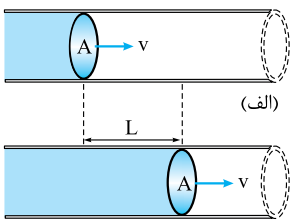

(الف)

(ب)

(شکل ۲۴)

شارهٔ آرمانی: برای بررسی حرکت شاره‌های متحرک، مدل آرمانی و ساده‌شدهٔ شارهٔ متحرکی را در نظر می‌گیریم. در این مدل آرمانی، الف شارش شاره پایا و پیوسته است (یعنی قطع و وصل نمی‌شود)؛ ب شاره تراکم‌ناپذیر است (چگالی‌اش ثابت می‌ماند)؛ پ حرکت شاره بدون تلاطم و لایه‌ای است. ت هنگام حرکت شاره، انرژی تلف نمی‌شود؛ بنابراین از اصطکاک داخلی (گران‌روی یا ویسکوزیته) شاره صرف‌نظر می‌کنیم.

آهنگ شارش شاره فرض کنید شاره‌ای با تندی v در لوله‌ای با مساحت مقطع A حرکت می‌کند. در شکل‌های روبه‌رو فرض کرده‌ایم هر جزئی از شاره در مدت t به اندازهٔ L در طول لوله پیش‌روی می‌کند.



(الف)

(ب)

(شکل ۲۵)

حجم شارهٔ جابه‌جا شده در این مدت برابر است با: $V = AL$

آهنگ شارش حجمی شاره (R_V) برابر است با: $\boxed{R_V = \frac{V}{t}}$

$$R_V = \frac{AL}{t} = A(\frac{L}{t})$$

$$v\ (\text{تندی شاره}) = \frac{L\ (\text{مسافت طی شده})}{t\ (\text{زمان})} \Rightarrow \boxed{R_V = Av}$$

کتاب درسی «آهنگ شارش حجمی شاره» را به اختصار «آهنگ شارش شاره» بیان کرده است. نام‌گذاری دقیقی نیست!

تست **در شلنگ استوانه‌ای‌شکلی به طول ۲ m و حجم داخلی ۵۰۰ cm^3 آب با تندی ۴ m/s حرکت می‌کند. آهنگ شارش شاره از شلنگ چند متر مکعب بر ثانیه است؟**

۱) 10^{-3} ۲) 2×10^{-3} ۳) 10^{-1} ۴) 2×10^{-1}

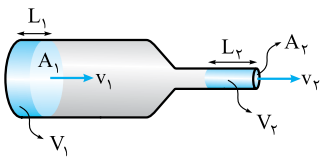
پاسخ **گزینهٔ «۱»** ابتدا مساحت مقطع شلنگ را حساب می‌کنیم:

$$V = AL \Rightarrow 500\times10^{-6} = A\times2 \Rightarrow A = 2/5\times10^{-4}\ m^2$$

$$R_V = Av = (2/5\times10^{-4})\times4 = 10^{-3}\ m^3/s$$

معادلهٔ پیوستگی

در شکل ۲۶، مایعی با حرکت لایه‌ای در لوله‌ای با دو سطح مقطع متفاوت جریان دارد. فرض کنید در مدت معینی مایعی به حجم V_1 از دهانهٔ گشاد لوله وارد آن می‌شود و در همان زمان حجم V_2 از مایع از دهانهٔ باریک لوله خارج می‌شود. چون حجم مایع داخل لوله ثابت است، V_1 و V_2 برابرند: $V_1 = V_2$

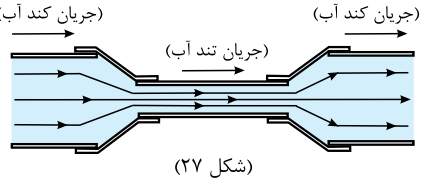


(شکل ۲۶)

به معادلهٔ مقابل «معادلهٔ پیوستگی» می‌گویند و برای شارهٔ تراکم‌ناپذیر برقرار است.

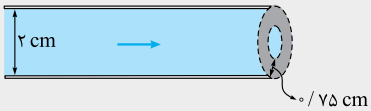
$$\frac{V_1}{t} = \frac{V_2}{t} \Rightarrow R_{V_1} = R_{V_2} \Rightarrow \boxed{A_1v_1 = A_2v_2}$$

نتیجه طبق معادلهٔ پیوستگی حاصل‌ضرب سطح مقطع در تندی شاره مقدار ثابتی است. بنابراین در قسمت‌های باریک‌تر لوله که مقطع لوله کوچک می‌شود، جریان آب تندتر می‌شود(شکل ۲۷).



(شکل ۲۷)

تست در شلنگی به قطر ۲ cm آب با تندی ۴ m/s جریان دارد. مطابق شکل، سر شلنگ با واشری به پهنای ۰/۷۵ cm تنگ شده است. تندی آب در هنگام خروج از شلنگ چند متر بر ثانیه است؟ (حرکت آب آرمانی فرض می‌شود.)



۱) ۸ ۲) ۱۶
۳) ۳۲ ۴) ۶۴

پاسخ **گزینهٔ «۴»** مجرای خروجی شلنگ به شکل دایره‌ای به قطر ۰/۵ cm است:

$$d_1 = 2\ cm$$

$$d_2 = d_1 - 2\times 0/75 = 2 - 1/5 = 0/5\ cm$$

براساس معادلهٔ پیوستگی می‌نویسیم:

$$A_1v_1 = A_2v_2 \Rightarrow \frac{v_2}{v_1} = \frac{A_1}{A_2} = \frac{\pi r_1^2}{\pi r_2^2} = (\frac{r_1}{r_2})^2$$

نسبت شعاع‌ها برابر نسبت قطرهاست؛ پس:

$$\frac{v_2}{v_1} = (\frac{d_1}{d_2})^2 \Rightarrow \frac{v_2}{4} = (\frac{2}{0/5})^2 \Rightarrow v_2 = 4\times 16 = 64\ m/s$$

پرسش‌های چهارگزینه‌ای

۱۷۱- شکل روبه‌رو، جریان دود از سرچوب عود را نشان می‌دهد. حرکت دود در نزدیکی عود به شکل ..... و در فاصلهٔ دور از عود به شکل ..... است.

۱) لایه‌ای، تلاطمی ۲) تلاطمی، لایه‌ای
۳) ملایم، تلاطمی ۴) تلاطمی، ملایم

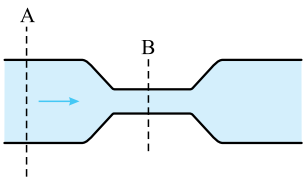
۱۷۲- داشتن کدام‌یک از ویژگی‌های زیر برای یک شارهٔ آرمانی الزامی نیست؟

۱) حرکت نامتلاطم ۲) تندی ثابت در همهٔ نقاط ۳) تراکم‌ناپذیری ۴) گران‌روی صفر

۱۷۳- هنگامی که شیر آبی را باز می‌کنید و آب به آرامی جریان می‌یابد، با پایین‌آمدن جریان، سطح مقطع آن ..... و هنگامی که آب به آرامی و پیوسته از یک لولهٔ قائم رو به بالا پرتاب شود، پیش از رسیدن به بالاترین نقطهٔ مسیر، با بالارفتن جریان، سطح مقطع آن ..... (از تلاطم جریان آب چشم‌پوشی کنید.)

۱) پهن‌تر می‌شود، تغییر نمی‌کند. ۲) باریک‌تر می‌شود، تغییر نمی‌کند. ۳) پهن‌تر می‌شود، باریک‌تر می‌شود. ۴) باریک‌تر می‌شود، پهن‌تر می‌شود.

۱۷۴- در لولهٔ شکل مقابل، در مدت ۲ ثانیه، ۳ لیتر مایع تراکم‌ناپذیر به صورت پیوسته از مقطع A و در جهت نمایش داده شده می‌گذرد. در مدت ۵ ثانیه، چند لیتر مایع از مقطع B می‌گذرد؟



۱) ۴/۵ ۲) ۵
۳) ۷/۵ ۴) ۸

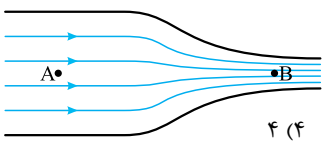
۱۷۵- در اثر ترکیدگی لولهٔ آبی به شعاع ۱۰ cm، آب با تندی ۰/۵ m/s از آن خارج می‌شود. در مدت یک ساعت چند لیتر آب از این طریق هدر می‌رود؟ ($\pi = 3$)

۱) ۰/۹ ۲) ۹۰۰ ۳) ۵۴ ۴) $5/4\times 10^4$

۱۷۶- قطر یک لولهٔ آتش‌نشانی ۶/۴ cm و تندی شارش آب در آن ۴ m/s است. لولهٔ آتش‌نشانی به یک دهانهٔ فلزی به قطر ۱/۶ cm منتهی می‌شود. تندی آب در دهانهٔ فلزی چند متر بر ثانیه خواهد بود؟ *(آزمون پیشرفت تحصیلی مدارس استان خراسان ـ ۹۷)*

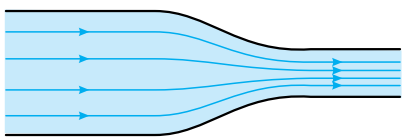
۱) ۴ ۲) ۱۶ ۳) ۳۲ ۴) ۶۴

۱۷۷- در شکل روبه‌رو، آب به صورت پیوسته در لوله جاری است. اگر قطر مقطع بزرگ دو برابر قطر مقطع کوچک باشد، تندی حرکت آب در نقطهٔ A چند برابر سرعت در نقطهٔ B است؟ *(سراسری تجربی ۹۸)*



۱) $\frac{1}{4}$ ۲) $\frac{1}{2}$ ۳) ۲ ۴) ۴

۱۷۸- در لولهٔ شکل روبه‌رو، مساحت سطح مقطع کوچک‌تر ۱۶ سانتی‌متر مربع است و جریان لایه‌ای و یکنواخت آب از سطح مقطع بزرگ‌تر (سمت چپ) وارد می‌شود. چنان‌چه در حالت پایا در هر ثانیه ۴/۸ لیتر آب وارد شود، سرعت خروج آب از انتهای راست چند متر بر ثانیه است؟(آب تراکم‌ناپذیر است.) *(آزمون پیشرفت تحصیلی مدارس استان خراسان ـ ۹۶)*



۱) ۰/۳ ۲) ۳ ۳) ۳۰ ۴) ۳۰۰

۱۷۹- لولهٔ آبی به قطر ۲ cm به سر یک دوش که دارای ۲۰ سوراخ برای خروج آب است وصل می‌باشد. قطر هر سوراخ ۱ mm و تندی آب در لولهٔ اصلی ۱/۲ m/s است. تندی آب در هنگام خروج از هر سوراخ دوش چند متر بر ثانیه است؟

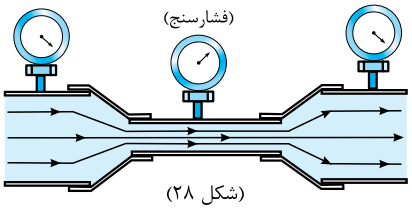
۱) ۰/۰۶ ۲) ۱/۲ ۳) ۱۲ ۴) ۲۴

بخش ۴ بررسی شاره‌های متحرک

۱۵- اصل برنولی

تعریف اصل برنولی: **«با افزایش تندی شاره، فشار داخلی شاره کاهش می‌یابد.»**

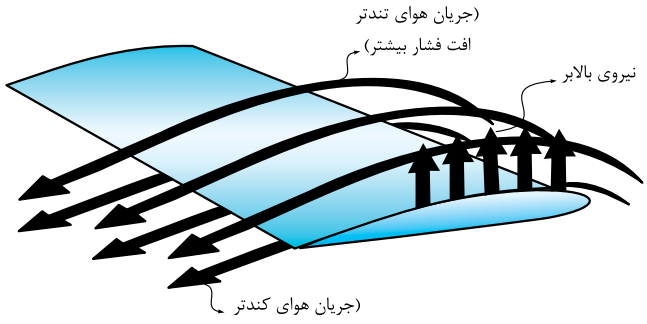
خلاصه: از ترکیب اصل (معادلهٔ) پیوستگی و اصل برنولی، نتیجه می‌گیریم که **با عبور آب از بخش‌های باریک‌تر لوله (با مساحت مقطع کوچک‌تر)، تندی شاره افزایش و فشار داخلی آن کاهش می‌یابد** و برعکس با **عبور آب از بخش‌های پهن‌تر لوله (با مساحت مقطع بزرگ‌تر)، تندی شاره کاهش و فشار داخلی آن افزایش می‌یابد** (شکل ۲۸).



(شکل ۲۸)

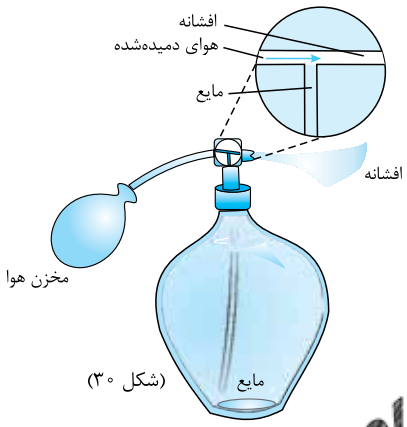
نمونه‌هایی از کاربرد اصل برنولی

نمونه۱ ساختار بال هواپیما، معروف‌ترین نمونه‌ای است که در این دسته کاربردها بیان می‌شود. با حرکت هواپیما، سرعت عبور جریان هوا هم در بالای بال و هم در پایین بال افزایش می‌یابد ولی به دلیل شکل خاص بال (با برجستگی بیشتر در بالا)، سرعت جریان در بالای بال، تندتر از پایین بال می‌شود و طبق اصل برنولی، فشار هوا هم در بالا و هم در پایین بال کم‌تر از فشار هوای ساکن است ولی افت فشار در جریان تندتر بالای بال بیشتر است و اختلاف فشار بین بالا و پایین بال، نیروی خالصی را رو به بالا به بال‌های هواپیما وارد می‌کند(شکل ۲۹).



(شکل ۲۹)

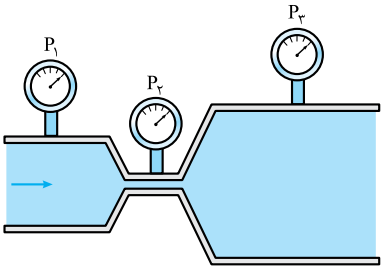
نمونه۲ شکل ۳۰ نوعی اسپری را نشان می‌دهد که براساس اصل برنولی کار می‌کند. وقتی دمنده را فشار می‌دهیم، جریان هوای دمیده‌شده باعث می‌شود فشار هوا در بالای لوله‌ای که در شاره غوطه‌ور است کاهش یابد و شاره در لوله به سمت بالا حرکت کند و به بیرون اسپری (و به قول کتاب درسی «افشانه») شود.



(شکل ۳۰)

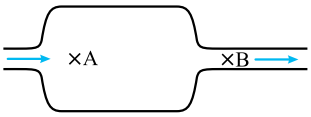
پرسش‌های چهارگزینه‌ای

۱۸۰- در شکل مقابل آب به طور پیوسته در لولهٔ افقی حرکت می‌کند. کدام مقایسه بین اعداد نشان داده شده توسط فشارسنج‌ها، درست است؟ *(آزمون پیشرفت تحصیلی مدارس استان خراسان ۹۶)*



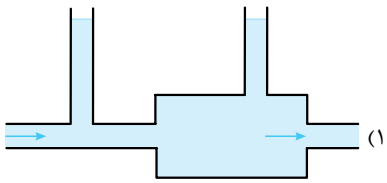
۱) $P_1 > P_2 > P_3$
۲) $P_3 > P_2 > P_1$
۳) $P_3 > P_1 > P_2$
۴) $P_2 > P_1 > P_3$

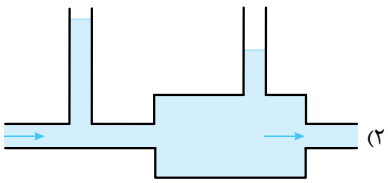
۱۸۱- در شکل روبه‌رو، آب حجم لوله‌ها را پُر کرده و به صورت پیوسته و پایدار در لوله‌هایی افقی با سطح مقطع‌های متفاوت جاری است. اگر تندی آب را با v و فشار آن را با P نشان دهیم، کدام رابطه درست است؟ *(سراسری تجربی ۹۸، خارج از کشور)*

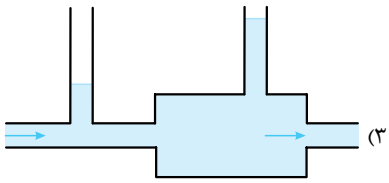


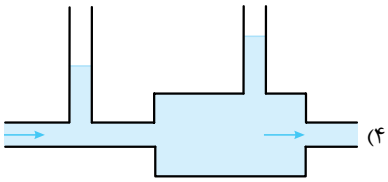
۱) $P_A > P_B$ و $v_A < v_B$
۲) $P_A > P_B$ و $v_A > v_B$
۳) $P_A < P_B$ و $v_A < v_B$
۴) $P_A < P_B$ و $v_A > v_B$

۱۸۲- شکل کدام گزینه درست‌تر است؟ (پیکان‌ها جهت جریان پیوستهٔ مایع تراکم‌ناپذیر را نشان می‌دهند و از اختلاف ارتفاع پایهٔ لوله‌های عمودی چشم‌پوشی کنید.)

۱)


۲)


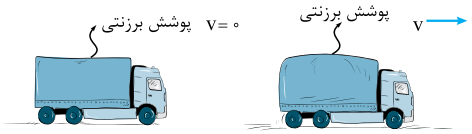
۳)


۴)


۱۸۳- کدام گزینهٔ زیر، بر بزرگی نیروی خالص بالابر بر بال‌های هواپیما مؤثر نیست؟

۱) سرعت حرکت هواپیما هنگام برخاستن از باند فرودگاه
۲) بزرگی مساحت بال‌های هواپیما
۳) فشار هوای محیط
۴) جرم هواپیما و مسافرین و بار آن

۱۸۴- مطابق شکل، در حالتی که کامیون ایستاده است، پوشش برزنتی روی سقف بار کامیون می‌خوابد و در حالتی که کامیون در حال حرکت است، پوشش برزنتی روی سقف بار به بیرون باد می‌کند. دلیل این پدیده کدام است؟

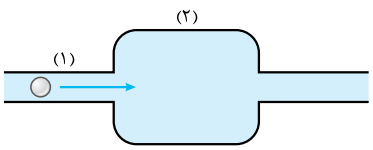


۱) در حال حرکت، فقط فشار هوای بالای برزنت کاهش می‌یابد.
۲) در حال حرکت، فشار هوای بالای برزنت، بیشتر از فشار هوای پایین آن کاهش می‌یابد.
۳) در حال حرکت، فشار هوای پایین برزنت، کم‌تر از فشار هوای بالای آن افزایش می‌یابد.
۴) در حال حرکت، فشار هوای بالا و پایین برزنت، به یک اندازه کاهش می‌یابد.

۱۸۵- هنگامی که در یک جاده، دو اتوبوس با سرعت و در خلاف جهت هم حرکت می‌کنند، مسافرین هر اتوبوس ضربهٔ کوچکی را به سمت اتوبوس دیگر حس می‌کنند. دلیل این پدیده چیست؟ (از اصطکاک و آشفتگی خطوط جریان هوا در اطراف اتوبوس‌ها چشم‌پوشی کنید.)

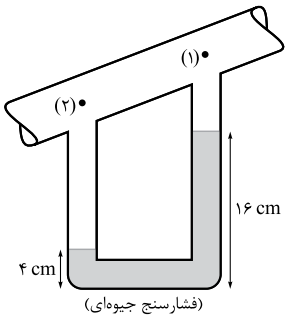
۱) جریان هوا بین دو اتوبوس فشرده شده و با افزایش فشار خود، به هر اتوبوس ضربه می‌زند.
۲) تندی جریان هوا بین دو اتوبوس زیاد شده و فشار هوای بین دو اتوبوس کم‌تر از فشار هوای دو سمت بیرونی اتوبوس‌ها می‌شود.
۳) تندی جریان هوا و فشار هوای بین دو اتوبوس، هر دو کم‌تر از فشار هوای دو سمت بیرونی اتوبوس‌ها می‌شود.
۴) تندی جریان هوا بین دو اتوبوس زیاد شده و فشار هوای بین دو اتوبوس با فشار هوای دو سمت بیرونی اتوبوس‌ها برابر می‌ماند.

۱۸۶- می‌دانیم که حجم حباب هوا با کاهش فشار آن، افزایش و با افزایش فشار آن، کاهش می‌یابد. یک حباب هوا همراه با جریان پیوستهٔ مایع تراکم‌ناپذیر، از بخش باریک لولهٔ (۱) به بخش پهن لولهٔ (۲) وارد می‌شود. حجم حباب هوا در این جابه‌جایی چگونه تغییر می‌کند؟



۱) افزایش می‌یابد.
۲) کاهش می‌یابد.
۳) تغییر نمی‌کند.
۴) بستگی به جنس و حجم عبوری جریان مایع دارد.

۱۸۷- در آزمایشگاه، برای یافتن مقدار جرم شاره‌ای که در واحد زمان از یک مجرا عبور می‌کند، از فشارسنجی حاوی جیوه استفاده می‌کنند. در شکل روبه‌رو، اختلاف فشار بین دو نقطهٔ (۱) و (۲) درون مجرا چند سانتی‌متر جیوه و جهت جریان درون مجرا کدام است؟ ($\rho_{جیوه} = ۱۳/۶ \, g/cm^3$)



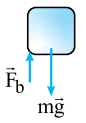
۱) ۱۲، از (۱) به (۲)
۲) ۱۲، از (۲) به (۱)
۳) ۲۰، از (۱) به (۲)
۴) ۲۰، از (۲) به (۱)

۱۵۹- گزینه ۲ نیروهای وارد بر سطوح پایینی بزرگ‌تر از نیروهای وارد بر سطح بالایی هستند.

۱۶۰- گزینه ۲ چگالی فولاد تقریباً ۸ برابر چگالی آب است. بنابراین، انتظار داریم سوزن آب را شکافته و در آن ته‌نشین شود، اما به دلیل نیروی کشش سطحی آب این اتفاق نمی‌افتد و سوزن بر سطح آب قرار می‌گیرد. چوب سطح آب را کنار زده و داخل آن فرو رفته است، اما به دلیل نیروی شناوری که آب به آن وارد می‌کند، چوب به طور کامل در آب فرو نمی‌رود.

۱۶۱- گزینه ۲ آب با نیروی شناوری رو به بالایی که به جسم وارد می‌کند، باعث می‌شود وزنهٔ جسم متصل به کفهٔ B به اندازهٔ نیروی شناوری (F_b) سبک‌تر به نظر بیاید (در واقع کفهٔ B با نیروی $W - F_b$ به طرف پایین کشیده می‌شود). وقتی ظرف آب را از محل دور می‌کنیم، نیروی رو به بالای F_b حذف می‌شود و وزنهٔ متصل به کفهٔ B با نیرویی به اندازهٔ وزن خود (W) کفه را به سمت پایین می‌کشد. بنابراین، نیروی وارد بر کفهٔ B بزرگ‌تر از قبل می‌شود و کفهٔ B به طرف پایین حرکت می‌کند.

۱۶۲- گزینه ۱ نیروی شناوری وارد بر جسم کوچک‌تر از وزن آن است $(F_b < W)$. پس جسم شروع به حرکت به سمت پایین می‌کند. وزن و نیروی خالص وارد بر جسم برابر است با:



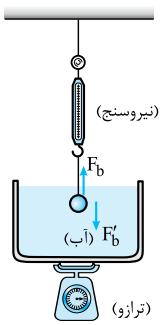
$$W = mg = ۰/۲۰۰ \times ۱۰ = ۲\ N$$
$$F = W - F_b = ۲ - ۰/۴ = ۱/۶\ N$$

شتاب حرکت جسم را از روی قانون دوم نیوتون به دست می‌آوریم:

$$a = \frac{F}{m} = \frac{۱/۶}{۰/۲} = ۸\ m/s^۲$$

۱۶۳- گزینه ۴ ابتدا یادی می‌کنیم از علوم تجربی پایهٔ نهم! طبق قانون سوم نیوتون، هرگاه جسمی به جسم دیگر نیرو وارد کند، جسم دوم نیز به جسم اول نیرویی هم‌اندازه ولی در خلاف جهت وارد می‌کند. یکی از نیروها را «کنش» و دیگری را «واکنش» می‌نامیم.

نکته اگر جسمی وارد یک شاره شود، شاره با نیرویی به سمت بالا باعث سبک‌شدن جسم می‌شود. در واکنش، جسم با نیرویی با همان اندازه و رو به پایین، باعث سنگین‌شدن شاره می‌شود.



نیروی شناوری آب بر گلوله برابر ۴ N است:

$$W' = W - F_b \Rightarrow ۱۶ = ۲۰ - F_b$$
$$\Rightarrow F_b = ۴\ N$$

گلوله نیز نیرویی برابر با ۴ N بر آب وارد می‌کند (F'_b)، این نیرو معادل با وزن یک جسم ۴۰۰ گرمی است:

$$F'_b = mg \Rightarrow ۴ = m \times ۱۰ \Rightarrow m = ۰/۴\ kg = ۴۰۰\ g$$

در نتیجه جرمی که توسط ترازو نشان داده می‌شود برابر است با:

$$m_{\text{ترازو}} = ۱۲۰۰ + ۴۰۰ = ۱۶۰۰\ g$$

۱۶۴- گزینه ۲ عدد نیروسنج‌ها $(W'$ها) هم‌اندازه‌اند، پس:

$$W'_۱ = W'_۲ \Rightarrow W_۱ - F_{b۱} = W_۲ - F_{b۲}$$
$$\Rightarrow F_{b۲} - F_{b۱} = W_۲ - W_۱ \Rightarrow \Delta F_b = \Delta W$$

۱۶۵- گزینه ۲ صورت تست در واقع نیروی شناوری را از شما می‌خواهد.

$$F_b = F_۲ - F_۱$$
$$F_b = P_۲A - P_۱A = \rho_{\text{آب}} g h_۲ A - \rho_{\text{آب}} g h_۱ A$$
$$= \rho_{\text{آب}} gA(h_۲ - h_۱) = \rho_{\text{آب}} gA\Delta h$$
$$F_b = ۱۰۰۰ \times ۱۰ \times (۲۰ \times ۱۰^{-۴}) \times (۵۰ - ۱۰) \times ۱۰^{-۲} = ۸\ N$$

۱۶۶- گزینه ۱ با توجه به جدول رسم‌شده در درس‌نامهٔ ۱۳ اگر چگالی آب را با $\rho_۰$ نشان دهیم، داریم:

$$(\rho_۱ > \rho_۰ ,\ \rho_۲ = \rho_۰ ,\ \rho_۳ < \rho_۰) \Rightarrow \rho_۱ > \rho_۲ > \rho_۳$$

۱۶۷- گزینه ۲ بدون شرح!

۱۶۸- گزینه ۱ اگر جسم بر سطح آب شناور یا داخل آن معلق باشد، نیروهای وارد بر جسم (F_b , W) اثر یکدیگر را خنثی می‌کنند و برایندشان صفر است.

$$F_{\text{خالص}} = F_b - W \xrightarrow{(W=F_b)} F_{\text{خالص}} = ۰$$

چون چگالی چوب کم‌تر از چگالی آب است، چوب بر سطح آب شناور می‌شود و نیروهای وارد بر چوب (F_b , W) با یکدیگر موازنه می‌شوند.

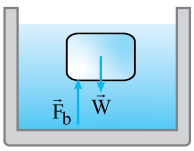
۱۶۹- گزینه ۴ در هر دو حالت ۱ و ۲، رابطهٔ $W = F_b$ برقرار است:

$$\begin{cases} W_۱ = F_{b۱} \Rightarrow F_{b۱} = m_۱ g \\ W_۲ = F_{b۲} \Rightarrow F_{b۲} = m_۲ g \end{cases}$$

$$\Rightarrow \frac{F_{b۲}}{F_{b۱}} = \frac{m_۲ g}{m_۱ g} = \frac{m_۲}{m_۱} = \frac{۱}{۰/۵۰۰}$$

$$\Rightarrow \frac{F_{b۲}}{F_{b۱}} = ۲$$ (در آب: ۱ و در نفت: ۲)

۱۷۰- گزینه ۳ جرم چوب برابر است با:



$$m = \rho V = ۰/۸ \times ۵۰۰$$
$$= ۴۰۰\,g = ۰/۴\,kg$$

چون چگالی چوب کم‌تر از چگالی آب است، چوب شروع به حرکت به سمت بالا می‌کند. پس نیروی شناوری وارد بر چوب بزرگ‌تر از وزن آن است $(F_b > W)$. با توجه به قانون دوم نیوتون داریم:

$$a = \frac{F_{\text{خالص}}}{m} = \frac{F_b - mg}{m} \Rightarrow ۲/۵ = \frac{F_b - ۰/۴ \times ۱۰}{۰/۴}$$

$$\Rightarrow F_b - ۴ = ۰/۴ \times ۲/۵ \Rightarrow F_b - ۴ = ۱ \Rightarrow F_b = ۵\,N$$

۱۷۱- گزینه ۱ پس از این‌که دود مقداری از سر عود فاصله گرفت جریان‌های گردابی در آن تشکیل می‌شود. پس حرکت دود ابتدا لایه‌ای است و سپس در بالا متلاطم می‌شود.

۱۷۲- گزینه ۲ ر.ک به درس‌نامهٔ ۱۴.

۱۷۳- گزینه ۴ **گام اول:** در حالت اول که جریان آب رو به پایین است، با پایین‌آمدن جریان، تندی آن در اثر جاذبهٔ زمین افزایش می‌یابد (مثل سنگی که رو به پایین رها یا پرتاب می‌شود) و در حالت دوم که جریان قائم آب رو به بالاست، با بالارفتن جریان (پیش از رسیدن به بالاترین نقطهٔ مسیر) تندی آن در اثر جاذبهٔ زمین کاهش می‌یابد (مثل سنگی که رو به بالا پرتاب شده و هنوز به بالاترین نقطهٔ مسیرش نرسیده).
گام دوم: طبق اصل (معادلهٔ) پیوستگی، حجم آبی که در مدت زمان معین از هر مقطع افقی جریان آب در دو حالت بالا می‌گذرد، ثابت است و اگر مانند حالت اول، تندی جریان آب رو به پایین افزایش یابد، حتماً باید سطح مقطع آن در قسمت‌های پایین‌تر باریک‌تر شود و اگر مانند حالت دوم، تندی جریان آب رو به بالا کاهش یابد، حتماً باید سطح مقطع آن در قسمت‌های بالاتر پهن‌تر شود تا در هر دو حالت، حجم آب عبوری از هر مقطع در مدت زمان معین، ثابت بماند.

۱۷۴- گزینه ۳ طبق اصل (معادلهٔ) پیوستگی، در مدت زمان معین، حجم‌های برابری از مایع از مقطع‌های A و B می‌گذرد. پس در مدت ۲ ثانیه، ۳ لیتر مایع تراکم‌ناپذیر به صورت پیوسته، هم از مقطع A و هم از مقطع B در جهت نمایش داده شده می‌گذرد. حالا با همین ویژگی‌های شارش، در ۵ ثانیه چند لیتر مایع از این دو مقطع می‌گذرد، باید دید ۵ ثانیه چندتا ۲ ثانیه است: $\frac{\text{(حجم مایع عبوری در ۵ ثانیه)}}{\text{(حجم مایع عبوری در ۲ ثانیه)}} = \frac{۵}{۲}$

$$\Rightarrow \frac{\text{(حجم مایع عبوری در ۵ ثانیه)}}{۳} = \frac{۵}{۲} = ۲/۵$$

$$\Rightarrow \text{(حجم مایع عبوری در ۵ ثانیه)} = ۷/۵\,L$$

۱۷۵- گزینه ۴ مساحت مقطع لوله برابر است با:

$$A = \pi r^۲ = ۳ \times (۱۰)^۲ = ۳۰۰\,cm^۲ = ۳۰۰ \times ۱۰^{-۴}\,m^۲$$
$$= ۳ \times ۱۰^{-۲}\,m^۲$$

آهنگ شارش حجمی آب در لوله:

$$R_V = Av = (۳ \times ۱۰^{-۲}) \times ۰/۵ = ۱/۵ \times ۱۰^{-۲}\,m^۳/s$$

پس در هر ثانیه $۱/۵ \times ۱۰^{-۲}\,m^۳$ آب از لوله خارج می‌شود. پس آب هدررفته در مدت $t = ۱\,h = ۳۶۰۰\,s$ برابر است با:

$$R_v t = ۱/۵ \times ۱۰^{-۲} \times ۳۶۰۰ = ۵۴\,m^۳ = ۵۴ \times ۱۰^۳\,L$$
$$= ۵/۴ \times ۱۰^۴\,L$$

۱۷۶- گزینه ۴ تندی آب در لوله را با $v_۱$ و در دهانهٔ فلزی با $v_۲$ نشان می‌دهیم و براساس معادلهٔ پیوستگی می‌نویسیم:

$$A_۱ v_۱ = A_۲ v_۲ \Rightarrow (\pi r_۱^۲) v_۱ = (\pi r_۲^۲) v_۲ \Rightarrow \frac{v_۲}{v_۱} = (\frac{r_۱}{r_۲})^۲$$

$$d = ۲r \Rightarrow \frac{v_۲}{v_۱} = (\frac{d_۱}{d_۲})^۲ \Rightarrow \frac{v_۲}{۴} = (\frac{۶/۴}{۱/۶})^۲$$

$$\Rightarrow \frac{v_۲}{۴} = ۱۶ \Rightarrow v_۲ = ۶۴\,m/s$$

۱۷۷- گزینه ۱ آهنگ شارش پیوستهٔ آب در طول لوله ثابت است. مساحت مقطع و تندی (اندازهٔ سرعت) آب در مقطع بزرگ را با زیروند A و در مقطع کوچک با زیروند B می‌آوریم و معادلهٔ پیوستگی را برای جریان پیوستهٔ آب می‌نویسیم:

$$A_A v_A = A_B v_B \Rightarrow \frac{v_A}{v_B} = \frac{A_B}{A_A}$$

$$\xrightarrow{(A \propto d^۲)} \frac{v_A}{v_B} = (\frac{d_B}{d_A})^۲ \xrightarrow{(d_A = ۲d_B)}$$

$$\frac{v_A}{v_B} = (\frac{۱}{۲})^۲ = \frac{۱}{۴}$$

۱۷۸- گزینه ۲ آهنگ شارش حجمی آب برابر است با:

$$R_V = ۴/۸ \frac{L}{s} = ۴/۸ \times ۱۰^{-۳}\,m^۳/s$$

$R_V = Av$ در همه جای لوله ثابت است. بنابراین:

$$۴/۸ \times ۱۰^{-۳} = (۱۶ \times ۱۰^{-۴}) \times v \Rightarrow v = ۳\,m/s$$

۱۷۹- گزینه۴ مساحت مقطع لولهٔ اصلی را با A_1 و مساحت مقطع هر سوراخ گوشی دوش را با A_2 نشان می‌دهیم. اگر تعداد سوراخ‌های دوش را با N نشان دهیم، مساحت مقطع مجموع آن‌ها NA_2 است. در نتیجه:

$$A_1v_1 = (NA_2)v_2$$

$$(\pi r_1^2)v_1 = (N\pi r_2^2)v_2 \xrightarrow{(d=2r)} d_1^2v_1 = (Nd_2^2)v_2$$

$$\Rightarrow 2^2 \times 1/2 = (20 \times 0/1^2)v_2 \Rightarrow v_2 = 24\ m/s$$

۱۸۰- گزینه۳ هر چه لوله باریک‌تر باشد، آب با سرعت بیشتری در آن جریان دارد.

$$v_2 > v_1 > v_3$$

و هر چه تندی شاره بیشتر، فشار آن کم‌تر.

$$P_2 < P_1 < P_3$$

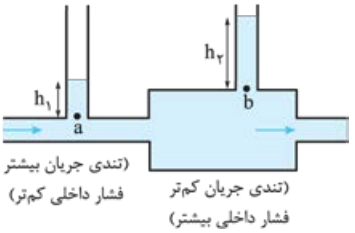
۱۸۱- گزینه۱ **گام اول:** در شکل صورت تست می‌بینید که مساحت مقطع لوله، در مکان A بزرگ‌تر از مکان B است $(A_A > A_B)$. جریان آب پیوسته و پایدار است و آب لوله‌ها را پر کرده است. معادلهٔ پیوستگی در مقایسهٔ بین نقطه‌های A و B می‌گوید که آهنگ شارش آب در این دو نقطه برابر است و:

$$A_Av_A = A_Bv_B \xrightarrow{(A_A>A_B)} v_A < v_B \quad (I)$$

گام دوم: اصل برنولی می‌گوید که در مسیر حرکت آب، با افزایش تندی آب، فشار آن کاهش می‌یابد. پس منطقی است که چون تندی آب در B بیشتر از A می‌شود:

$$(I) \Rightarrow (P_B < P_A) \text{ یا } (P_A > P_B)$$

۱۸۲- گزینه۳ جریان مایع پیوسته است و مایع تراکم‌ناپذیر. در درس‌نامهٔ ۱۵ گفتیم که عبور جریان مایع از بخش‌های باریک‌تر لوله، با افزایش تندی جریان و کاهش فشار داخلی مایع همراه است و عبور جریان مایع از بخش‌های پهن‌تر لوله، همراه با کاهش تندی جریان و افزایش فشار داخلی مایع است. پس اگر از اختلاف ارتفاع پایهٔ لوله‌های عمودی چشم‌پوشی کنیم،



با توجه به شکل بالا داریم:

$$P_a < P_b \Rightarrow P_\circ + \rho gh_1 < P_\circ + \rho gh_2$$

$$\Rightarrow \rho gh_1 < \rho gh_2 \Rightarrow h_1 < h_2$$

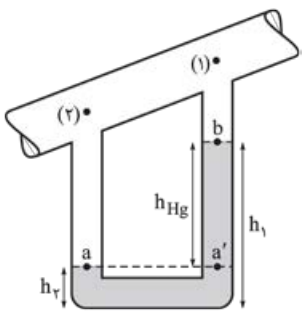
۱۸۳- گزینه۴ نیروی خالص بالابر هواپیما در اثر ضربه‌های مولکول‌های هوا بر بال‌ها ایجاد می‌شود و هر چه فشار هوای محیط بیشتر باشد، تعداد برخوردهای مولکولی و در نتیجه، نیروی خالص بالابر افزایش می‌یابد. در درس‌نامهٔ ۱۵ هم دیدید که اختلاف تندی جریان هوا در بالا و پایین بال هواپیما، اختلاف فشار خالصی به بال (رو به بالا) وارد می‌کند؛ پس هر چه سرعت حرکت هواپیما بیشتر باشد، این اثر بزرگ‌تر می‌شود. طبق رابطهٔ $F = (\Delta P)A$، با یک اختلاف فشار ثابت بین پایین و بالای بال، هر چه مساحت بال‌های هواپیما (A) بزرگ‌تر شود، نیروی خالص بالابر (F) افزایش می‌یابد. جرم هواپیما بر بزرگی F اثر مستقیمی ندارد ولی کار آن را برای بلندکردن هواپیما سخت‌تر می‌کند که موضوع این تست نیست.

۱۸۴- گزینه۲ با حرکت کامیون، جریان هوای بالا و پایین برزنت تندتر می‌شود ولی به دلیل شکل کامیون و برزنت، جریان هوای بالای برزنت تندتر از جریان هوای پایین آن حرکت می‌کند و این طبق اصل برنولی، باعث می‌شود که فشار هوا هم در بالا و هم در پایین برزنت کم‌تر از فشار هوای ساکن شود ولی افت فشار در هوای تندتر بالای برزنت بیشتر می‌شود و این اختلاف فشار طبق رابطهٔ $F = (\Delta P)A$، نیروی خالصی رو به بالا به برزنت وارد می‌کند که می‌تواند باعث بادکردن آن رو به بالا شود.

۱۸۵- گزینه۲ حرکت سریع هر اتوبوس، جریان هوای تندی را در دو طرف آن به وجود می‌آورد و فشار هوا در دو طرف کم‌تر از فشار هوای ساکن می‌شود. حرکت دو اتوبوس در جهت مخالف و وجود انحنا (هر چند کم) در بدنهٔ آن‌ها، یک کانال باریک عبور هوا بین آن‌ها و به صورت موقت ایجاد می‌کند که جریان هوا از این کانال، حتی تندتر از هوای دو سمت دیگر (سمت بیرونی) اتوبوس‌ها می‌گذرد و طبق اصل برنولی، باعث افت بیشتر فشار هوا در بین دو اتوبوس نسبت به فشار هوای دو سمت بیرونی اتوبوس‌ها می‌شود. این اختلاف فشار با نیروی خالصی $(F = (\Delta P)A)$ که کوچک است دو اتوبوس را کمی به سمت هم هل می‌دهد و اثر نیروی یادشده در حد یک ضربهٔ کوچک حس می‌شود و نمی‌تواند در شرایط معمولی، باعث برخورد دو اتوبوس به یکدیگر شود.

۱۸۶- گزینه۲ جریان مایع پیوسته است و خود مایع تراکم‌ناپذیر؛ طبق مطلب آورده‌شده در درس‌نامهٔ ۱۵، تندی جریان در قسمت پهن‌تر لوله کاهش و فشار داخلی شاره افزایش می‌یابد؛ پس حباب هوا از منطقهٔ کم‌فشارتر به منطقهٔ پرفشارتر وارد می‌شود و طبق فرض تست (جملهٔ اول)، حجم حباب در قسمت پهن‌تر لوله کاهش می‌یابد.

۱۸۷- گزینه۲



با توجه به شکل روبه‌رو، دو نقطهٔ a و a' هر دو در یک مایع (جیوه) و هم‌ترازند. پس اگر فشار را در نقاط (۱) و (۲) به ترتیب با P_1 و P_2 و فشار ستون h_{Hg} جیوه را با P_{Hg} نشان دهیم:

$$(P_a = P_{a'}),\ (P_a = P_2),\ (P_b = P_1),\ (P_{a'} = P_b + P_{Hg})$$

$$\Rightarrow P_2 = P_1 + P_{Hg}$$

$$\Rightarrow P_2 - P_1 = P_{Hg} \xrightarrow[(h_{Hg}=h_1-h_2=16-4=12\ cm)]{(\Delta P=P_2-P_1)}$$

$$\Delta P = 12\ cmHg$$

نکته در مجراهایی که شاره در آن‌ها جریان دارد، جهت جریان شاره (مایع یا گاز) از نقاط با فشار بیشتر به نقاط با فشار کم‌تر است. در این تست:

$$P_2 - P_1 > 0 \Rightarrow P_2 > P_1$$ (جهت جریان درون مجرا از (۲) به (۱) است.)