

پایه دهم فیزیک ریاضی

احمد مصلائی • جمال خم خاجی • شاهین اقبال • علی حاجی باقری

برای
درصدهای
بالا تر



خوبی بزن!

مجموعه کتابات
نردنگ

- ۱۱۰۰ تست تألیفی ایده دار و کاملاً چالش برانگیز با چیدمان آموزشی
- درسنامه های جامع و کاربردی به همراه استراتژی حل تست های کنکوری
- پاسخ نامه تشریحی با روش های حل خلاقانه و مفهومی

...مقدمه ناشر...

سلام!

دوتا مفهوم در فیزیک داریم که فرق جالبی با هم دارند.

اولی؛ جابه‌جایی و دومی؛ مسافت طی‌شده!

این دوتا از نظر فیزیکدان‌ها با هم یکسان نیست و اصلن فرق می‌کند. جابه‌جایی یعنی این که واقعن از کجا رسیدی به کجا! ولی مسافت طی‌شده یعنی برای این که از کجا برسی به کجا! (۱) از چه جاهایی رد شدی و کجاها رفتی!

آدم روبه‌رو برای این که از کجای اول برسد به کجای دوم

مسافت زیادی رفته بنده خدا ولی جابه‌جایی ایشان خیلی

کم‌تر از مسافت طی‌شده‌اش هستش:



آن چیزی که از نظر فیزیکی مهم است جابه‌جایی است. یعنی نتیجه و هدف! یعنی خب! حالا این قدر که این کارها را کردی آخرش چه شد؟ این آخرش چه شد می‌شود جابه‌جایی!

ما آدم‌ها خیلی کارها در زندگی‌مان می‌کنیم. از صبح که پا می‌شویم، صبحانه، کلاس درس، امتحان، کارکردن، غذاخوردن، تشکیل خانواده و ... یک وقتی هم باید از بالای بالا به همه نقشه زندگی‌مان نگاه کنیم و مسافت طی‌شده را با جابه‌جایی‌مان مقایسه کنیم.

چه قدر کار کردیم و چه قدرشان جابه‌جایی بوده است؟

هر چه قدر این‌ها به هم نزدیک‌تر باشند، خُب خوش به حالمان‌تر است!! یعنی کارهایمان در جهت جابه‌جایی بوده، هر چه قدر هم از هم اختلافشان بیشتر باشد احتمالن خوش به حالمان کم‌تر است!! یعنی زمان و انرژی و کارهایمان جهت‌گیری دقیقی نداشته و یک‌خورده‌ای به هدر رفته است. ☹️

هر کسی یک کجای اول و کجای دومی برای خودش دارد. اگر هم ندارد برای خودش می‌سازد احتمالن. وقتی یک ورزش یاد می‌گیریم، سازی می‌نوازیم، کتابی می‌خوانیم، گلی می‌کاریم، پای درد دل کسی می‌نشینیم، برای آینده‌مان هدفی می‌گذاریم، هوا و زمین را کم‌تر آلوده می‌کنیم، به مسافرت‌های زیادی می‌رویم و یاد می‌گیریم، آن دانشگاه و آن رشته‌ای که می‌خواهیم قبول می‌شویم و ...

همه این‌ها کجاها می‌رویم دوم ماست. پس در انتخاب‌شان دقت کنیم چون به همان کجایی که می‌رویم سرنوشت و آخر و عاقبت ما را تعیین می‌کند. یک سری کجای خوب باید انتخاب کرد.

جابه‌جایی = مسافت طی‌شده باش!

...مقدمه مؤلف...

به نام خدا

برای موفقیت در فیزیک لازم است تا علاوه بر تسلط بر مباحث فیزیکی، توانایی بالایی در حل مسئله داشته باشید که این امر جز با حل مسائل مختلف و ایده‌دار به دست نخواهد آمد. با حل مسئله‌هایی از این نوع نه تنها درک شما از مفاهیم فیزیکی عمیق‌تر می‌شود بلکه به دلیل شور و شغفی که در شما به وجود خواهد آمد، انگیزه شما برای مطالعه هر چه بیشتر فیزیک افزایش پیدا خواهد کرد.

کتابی که پیش‌رو دارید در راستای همین هدف، شامل مجموعه‌ای از مسائل در قالب تست و با ایده‌هایی نو و غیرتکراری می‌باشد، به گونه‌ای که انواع مسئله‌هایی که ممکن است راجع به مباحث کتاب فیزیک دهم مطرح شود، در آن می‌بینید. تست‌های مطرح‌شده در این کتاب عمدتاً تألیفی و همچنین تست‌های مهم و شاخص کنکور سراسری، المپیاد فیزیک و آزمون‌های ورودی مدارس برتر و نمونه است که تمامی بخش‌های کتاب فیزیک دهم را به خوبی پوشش داده است. اگرچه مخاطب عمده این کتاب دانش‌آموزان مدارس برتر و نمونه‌ای است که کسب رتبه‌های برتر در کنکور سراسری و المپیادهای علمی را سرلوحه فعالیت‌های خود قرار داده‌اند، ولیکن برای دانش‌آموزان مستعد و علاقه‌مندی که هدفشان فهم هر چه بیشتر مطالب علمی است و نیم‌نگاهی نیز به موفقیت در آزمون ورودی مدارس برتر دارند، بسیار مناسب خواهد بود.

■ ساختار کتاب

هر یک از فصل‌های این کتاب به صورت موضوعی تقسیم‌بندی شده‌اند. در ابتدای هر بخش درس‌نامه‌ای جمع‌وجور و کارا به اندازه آورده شده که خواندن آن قبل از پاسخ‌گویی به «پرسش‌های چهارگزینه‌ای» را توصیه می‌کنیم. در کنار بعضی تست‌ها، علامت  آمده است. این تست‌ها مفهومی و سخت‌تر از تست‌های عادی هستند. در پایان پیشنهاد می‌کنیم که حتماً پاسخ تشریحی تمام پرسش‌ها را حتی در صورت پاسخ صحیح بخوانید، چرا که به دید شما نسبت به مسائل و مفاهیم فیزیکی عمق و غنای بیشتری می‌بخشد.

■ تشکر

در پایان از مدیریت انتشارات آقایان دکتر ابودر و کمیل نصری به دلیل اعتمادی که به تیم تألیف داشته‌اند، از آقای مهندس رضا سبزمیدانی به خاطر حمایت‌های بی‌دریغ و راهنمایی‌های سازنده و اصولیشان، از آقای ایمان سلیمان‌زاده به خاطر مدیریت پروژه، دقت‌نظر و پیشنهادهای تأثیرگذارشان، از سرکار خانم میترا حسامی به خاطر پیگیری‌های مجدانه و دلسوزانه‌شان (در حد تیم ملی!) و از آقای محسن توانا به دلیل کارشناسی بخشی از اثر و از تیم ویراستاری خانم‌ها زهرا محبت‌تاش، پگاه اسدی، شیما فرهوش و آقایان حسین رنجگری، رامین حسنی ملایری، منصور داودوندی، امیر محمودی انزابی و از واحد تولید کمال تشکر و سپاس را داریم.

.....فهرست.....

فصل اول

۷ فیزیک و اندازه‌گیری

فصل دوم

۲۸ ویژگی‌های فیزیکی مواد

فصل سوم

۷۷ کار، انرژی و توان

فصل چهارم

۱۰۹ دما و گرما

فصل پنجم

۱۶۱ ترمودینامیک

۱۸۶ پاسخ‌نامه تشریحی

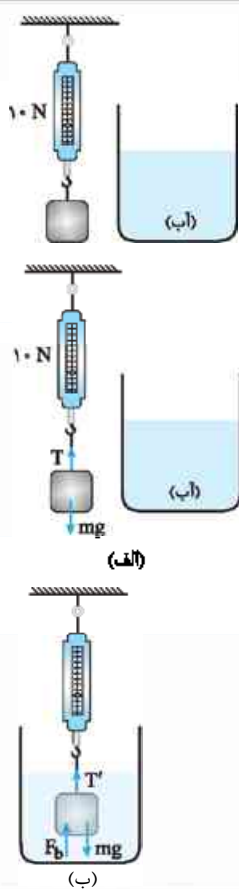
۳۴۸ پاسخ‌نامه کلیدی

ویرگی اہلی فیزیکی مواد



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 10 N را نشان می‌دهد. جسم را به آرامی وارد ظرفی حاوی آب می‌کنیم؛ اگر نیروی شناوری وارد بر جسم 4 N باشد، نیروسنج چند نیوتون را نشان می‌دهد؟ ($g = 10\text{ m/s}^2$)

$$\begin{aligned} & 6\text{ (۲)} \\ & 10/4\text{ (۴)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & 4\text{ (۱)} \\ & 9/6\text{ (۳)} \end{aligned}$$

پاسخ - گزینه «۲» گام اول: شما در علوم پایه 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 براینده 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.

$$F_{\text{جسم}} = 0 \Rightarrow T - mg = 0 \Rightarrow T = mg$$

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، براینده 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.)

$$T' + F_b - mg = 0 \quad T' = mg - F_b = 10 - 4 = 6\text{ N}$$

نیروسنج باید هم 6 N را نشان می‌داد! چون آب نیرویی به اندازه 4 N و رو به بالا به جسم وارد می‌کند و باعث می‌شود وزن جسم 4 N کم‌تر از قبل به نظر برسد.

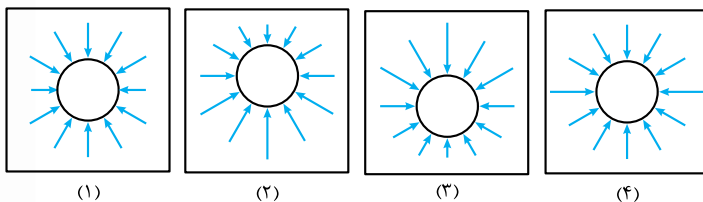
نتیجه - تا قبل از ورود جسم به داخل آب، نیروسنج وزن واقعی جسم (یعنی $W = mg$) را نشان می‌دهد. وقتی جسم داخل مایع قرار می‌گیرد، به اندازه نیروی شناوری از وزن جسم کم می‌شود و نیروسنج مقدار « $W - F_b$ » را نشان می‌دهد. اصطلاحاً می‌گوییم وزن ظاهری جسم در سیال (W') برابر است با:

$$W' = W - F_b$$

پرسش‌های چهارگزینه‌ای

۳۳۴- 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

تفصیلی مدارس استان فراسان - ۹۶)



(۲) شکل ۲
(۴) شکل ۴

(۱) شکل ۱
(۳) شکل ۳

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

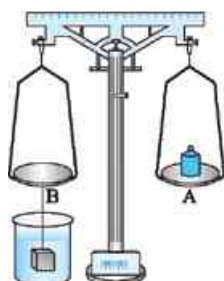
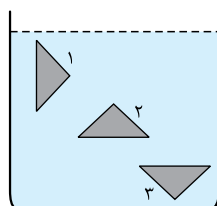
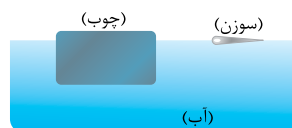
- (۱) کشش سطحی، شناوری
(۲) شناوری، کشش سطحی
(۳) کشش سطحی، کشش سطحی
(۴) شناوری، شناوری

۳۳۶- یک قطعه آهنی مثلثی شکل را در سه حالت مختلف (مطابق شکل) در زیر آب قرار داده‌ایم. در کدام حالت نیروی شناوری وارد به آن، از طرف آب، کم‌تر است؟ (آزمایشی دبیرستان‌های استعدادهای درخشان سراسر کشور - ۹۷)

- (۱) هر سه مساوی
(۲) ۳
(۳) ۲
(۴) ۳ (۴)

۳۳۷- شکل مقابل، یک ترازوی آزمایشگاهی را نشان می‌دهد و ترازو 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.

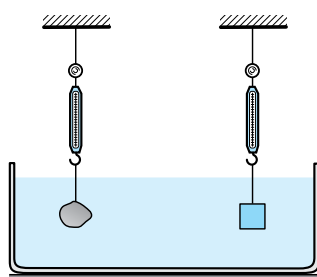
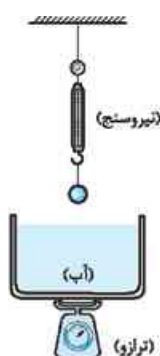


۳۳۸- یک قطعه فلزی به جرم 200 g را در آب غوطه‌ور و رها می‌کنیم. اگر نیروی شناوری وارد بر فلز 4 N باشد، فلز با شتاب متر بر مربع ثانیه به سمت شروع به حرکت می‌کند. ($g = 10\text{ m/s}^2$)

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

۳۳۹- در شکل مقابل، ترازو عدد 1200 g و نیروسنج عدد 20 N را نشان می‌دهد. گلوله متصل به نیروسنج را به آرامی وارد آب می‌کنیم به طوری که حجم آب روی کفه ترازو تغییر نمی‌کند. اگر نیروسنج در این حالت عدد 16 N را نشان دهد، ترازو چند گرم را نشان می‌دهد؟ ($g = 10\text{ m/s}^2$)

- (۱) 800
(۲) 1160
(۳) 1240
(۴) 1600

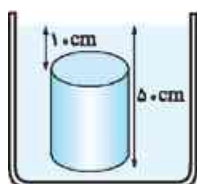
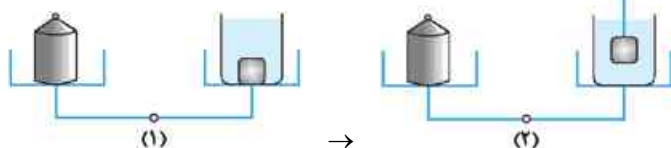


۳۴۰- مطابق شکل روبه‌رو، دو جسم متصل به دو نیروسنج درون یک مایع فرو برده شده‌اند. اگر عدد نیروسنج‌ها هم‌اندازه باشند، تفاوت اندازه نیروهای شناوری وارد بر دو جسم تفاوت اندازه وزن دو جسم است.

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

۳۴۱- در شکل (۱) ترازو در حال تعادل است. اگر وزنه سربی درون ظرف را بیرون آورده و آن را به یک ریسمان وصل کرده، در آب غوطه‌ور کنیم (شکل ۲)، در این صورت ترازو نسبت به حالت اول چه تغییری می‌کند؟

- (۱) به سمت راست منحرف می‌شود.
(۲) به سمت چپ منحرف می‌شود.
(۳) تغییری نمی‌کند.
(۴) به اختلاف چگالی آب و جسم بستگی دارد.



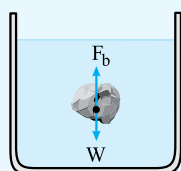
۳۴۲- استوانه‌ای توپر که سطح قاعده آن 20 cm^2 است، مطابق شکل درون آب به چگالی 1000 kg/m^3 قرار دارد. اختلاف نیروهایی که از طرف آب به قاعده‌های پایین و بالای استوانه وارد می‌شود، چند نیوتون است؟ (سراسری ریاضی ۸۸، قارج از کشور) ($g = 10\text{ m/s}^2$)

- (۱) ۲
(۲) ۸
(۳) ۱۰
(۴) ۸۰۰

۱۳. وضعیت جسم در شاره

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

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



(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، برآیند نیروهای وارد بر آن صفر می‌شود و نیروهای شناوری و وزن با هم موازنه می‌شوند:

$$F_b = W$$

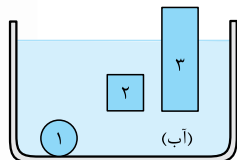
تست یک توپ، هم می‌تواند بر سطح آب و هم بر سطح نفت شناور شود. اندازه نیروی شناوری وارد بر توپ در حالتی که بر سطح آب شناور است، نیروی شناوری همین توپ شناور بر سطح نفت است. (چگالی نفت کمتر از چگالی آب بوده و حجم و جرم توپ ثابت است).

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

پاسخ گزینه «۱» برای هر جسم شناور بر سطح هر مایع، رابطه $W = F_b$ 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

۳۴۳- 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.)



$$\rho_1 > \rho_2 > \rho_3 \quad (۱)$$

$$\rho_3 > (\rho_1 = \rho_2) \quad (۲)$$

$$\rho_1 > \rho_3 > \rho_2 \quad (۳)$$

$$\rho_1 > (\rho_2 = \rho_3) \quad (۴)$$

۳۴۴- وقتی یک کشتی جنگی روی آب ساکن است، برآیند 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)

(۴) پایین، برابر

(۳) پایین، بیشتر

(۲) بالا، برابر

(۱) بالا، بیشتر



۳۴۵- یک توپ بادی بر سطح آب شناور است. یکباره فشار هوای محیط به شدت کاهش می‌یابد: (مسابقات فیزیک ۲ شهرستان‌های استان تهران، با اندکی تغییر)



- (۱) توپ در آب اندکی بالا می‌رود. (۲) توپ در آب اندکی فرو می‌رود. (۳) توپ ساکن می‌ماند. (۴) توپ غرق می‌شود.

۳۴۶- قطعه چوبی به جرم 1 kg و چگالی 0.8 g/cm^3 را روی آب قرار می‌دهیم. برآیند نیروهای وارد بر چوب چند نیوتون است؟ (چگالی آب 1 g/cm^3 و $10 \text{ m/s}^2 = g$ است.)

- (۱) صفر (۲) ۲ (۳) $2/5$ (۴) $12/5$

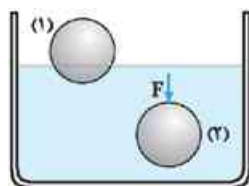
۳۴۷- به استخوانی به جرم 100 g چند گرم چوب‌پنبه وصل کنیم تا مجموعه در آب معلق بماند؟ (چگالی آب، استخوان و چوب‌پنبه به ترتیب 1 g/cm^3 ، 2 g/cm^3 و 0.2 g/cm^3 است.)

- (۱) $12/5$ (۲) ۲۰ (۳) $62/5$ (۴) ۲۰۰۰

۳۴۸- اسفنجی با جذب حداقل 90 g گرم آب، به طور کامل در آب فرو می‌رود. اگر چگالی اسفنج خشک 0.25 g/cm^3 باشد، جرم اولیه اسفنج (خشک) چند گرم بوده است؟ ($\rho_{\text{آب}} = 1 \text{ g/cm}^3$)

- (۱) ۳۰ (۲) $55/5$ (۳) ۱۲۰ (۴) ۱۶۰

۳۴۹- در شکل روبه‌رو، توپ‌ها کاملاً مشابه و جرم هر یک برابر m است. توپ (۱) بر سطح آب، شناور و توپ (۲) با استفاده از نیروی F به حال سکون قرار گرفته است. نیروی شناوری وارد بر توپ (۲) چه مقدار از نیروی شناوری وارد بر توپ (۱) بزرگ‌تر است؟



- (۱) F (۲) mg (۳) $F - mg$ (۴) $F + mg$

۳۵۰- یک تکه چوب به جرم 500 g بر سطح آب و یک تکه چوب دیگر به جرم 1 kg بر سطح نفت شناور است. اندازه 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

۳۵۱- در شکل زیر، نیروی شناوری وارد بر گوی برابر F_b ، چگالی مایع درون ظرف 8 g/cm^3 و همچنین 40% درصد از جرم این گوی از ماده‌ای به چگالی 6 g/cm^3 و باقی‌مانده جرم آن از ماده‌ای به چگالی 9 g/cm^3 ساخته شده است. اگر گوی رها شود، رو به سمت حرکت می‌کند و پس از رسیدن به تعادل، نیروی شناوری وارد بر آن می‌شود. (آزمایشی دبیرستان‌های استعدادهای درخشان سراسر کشور - ۹۸)



- (۱) بالا - کم‌تر از (۲) پایین - کم‌تر از (۳) بالا - برابر با (۴) پایین - برابر با

۳۵۲- 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 $2/5 \text{ m/s}^2$ شروع به حرکت در داخل آب می‌کند. نیروی شناوری وارد بر چوب چند نیوتون است؟ ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

- (۱) ۱ (۲) ۳ (۳) ۵ (۴) ۷

۳۵۳- علی باید چند بسته ضدآب را توسط قایقی پارویی به مقصد برساند. در میانه راه متوجه می‌شود در اثر پوسیدگی، یک شکاف در بدنه قایق، بسیار نزدیک به سطح آب ایجاد شده و احتمال نفوذ آب و غرق شدن قایق وجود دارد. علی راه‌حلی به ذهنش می‌رسد. او بسته‌ها را با طناب به قایق می‌بندد و آن‌ها را در آب می‌اندازد. به این ترتیب علی و بسته‌ها به سلامت به مقصد می‌رسند. کدام عبارت در مورد راه‌حل علی صحیح است؟ (آزمایشی دبیرستان‌های استعدادهای درخشان سراسر کشور - ۱۴۰۲)



- (۱) نیروی شناوری وارد بر کل مجموعه افزایش یافته است. (۲) نیروی شناوری وارد بر کل مجموعه کاهش یافته است. (۳) نیروی شناوری وارد بر کل مجموعه تغییر نکرده است. (۴) نیروی وزن وارد بر کل مجموعه کاهش یافته است.



بررسی شاره‌های متحرک...



انواع حرکت شاروها را به دو دسته تقسیم می کنند: ۱ لایه ای (غیر تلامپی) ۲ تلامپی (آشوبناک)



(شکل ۲۴)

حظراً حواستان باشد که در یک حرکت لایه‌ای ممکن است تندی شاره در دو نقطه متفاوت، با هم فرق کند. این منافاتی با ثابت ماندن تندی شاره در هنگام عبور از یک نقطه ندارد. به طور مثال، در شکل (الف) شاره با تندی بیشتری از ناحیهٔ A به یک لولهٔ عبور می‌کند.

حرکت تلاطمی: در این حرکت، نقشه 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! مشخصه اصلی این نوع حرکت، چرخش‌ها و گردابه‌هایی است که داخل شاره به وجود می‌آید.

شاره آرمانی: برای بررسی حرکت شاره‌های متحرک، مدل آرمانی و ساده‌شده شاره 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.



$$R_V = \frac{V}{t}$$

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

$$v = \frac{L}{t} \Rightarrow R_V = Av$$

آهنگ شارش حجمی (R_V) شاره برابر است با:

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

تست در شلنگ استوانه‌ای شکلی به طول 2 m و حجم داخلی 500 cm^3 آب با تندی 4 m/s حرکت می‌کند. آهنگ شارش شاره از شلنگ چند متر مکعب بر ثانیه است؟

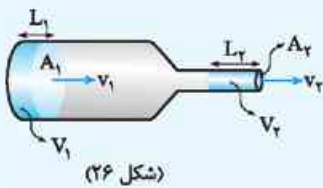
$$2 \times 10^{-1} \text{ (f)}$$

$10^{-1} (3)$

$$2 \times 10^{-3} \text{ (2)}$$

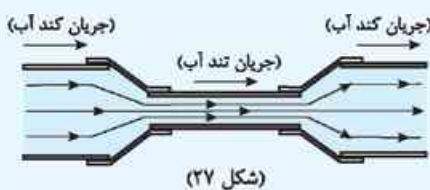
$$10^{-3} (1)$$

پاسخ - گزینه ۱ ابتدا مساحت مقطع شلنگ را حساب می‌کنیم: $V = AL \Rightarrow 500 \times 10^{-6} = A \times 2 \Rightarrow A = 2/5 \times 10^{-4} \text{ m}^2$
 $R_V = Av = (2/5 \times 10^{-4}) \times 4 = 10^{-3} \text{ m}^3 / \text{s}$



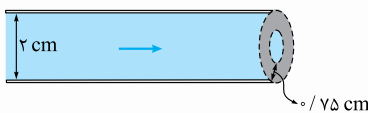
معادله پیوستگی در شکل (۲۶)، مایعی با حرکت لایه‌ای در لوله‌ای با دو سطح مقطع متفاوت جریان دارد. فرض کنید در مدت معینی مایعی به حجم V_1 از دهانه گشاد لوله وارد آن می‌شود و در همان زمان حجم V_2 از مایع از دهانه باریک لوله خارج می‌شود. چون حجم مایع داخل لوله ثابت است، $V_1 = V_2$ برابری:

به معادله مقابل «معادله پیوستگی» می‌گویند و برای شاره تراکم‌ناپذیر برقرار است. $\frac{V_1}{t} = \frac{V_2}{t} \Rightarrow R_{V_1} = R_{V_2} \Rightarrow A_1 v_1 = A_2 v_2$



نتیجه طبق معادله پیوستگی حاصل ضرب سطح مقطع در تندی شاره مقدار ثابتی است. بنابراین در قسمت‌های باریک‌تر لوله که مقطع لوله کوچک می‌شود، جریان آب تندتر می‌شود (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 ۷۵ cm / تنگ شده است.



تندی آب در هنگام خروج از شلنگ چند متر بر ثانیه است؟ (حرکت آب، آرمانی فرض می‌شود).

- ۸ (۱)
 ۱۶ (۲)
 ۶۴ (۴)
 ۳۲ (۳)

$$d_1 = 2 \text{ cm}$$

$$d_2 = d_1 - 2 \times 0.75 = 2 - 1.5 = 0.5 \text{ cm}$$

پاسخ - گزینه ۴ مجرای خروجی شلنگ به شکل دایره‌ای به قطر ۰.۵ cm است:

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

براساس معادله پیوستگی می‌نویسیم:

$$\frac{v_2}{v_1} = \left(\frac{d_1}{d_2}\right)^2 \Rightarrow \frac{v_2}{4} = \left(\frac{2}{0.5}\right)^2 \Rightarrow v_2 = 4 \times 16 = 64 \text{ m/s}$$

نسبت شعاع‌ها برابر نسبت قطر هاست؛ پس:

پرسش‌های چهارگزینه‌ای



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

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

۳۵۵- داشتن کدام یک از ویژگی‌های زیر برای یک شاره آرمانی الزامی نیست؟

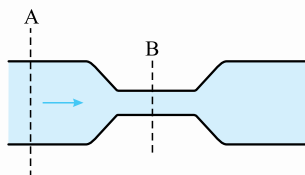
- (۱) حرکت نامتلاطم
 (۲) تندی ثابت در همه نقاط
 (۳) تراکم‌ناپذیری
 (۴) گران روی صفر

۳۵۶- هنگامی که شیر آبی را باز می‌کنید و آب به آرامی جریان می‌یابد، با پایین آمدن جریان، سطح مقطع آن و هنگامی که آب به آرامی و پیوسته از یک لوله قائم رو به بالا پرتاب شود، پیش از رسیدن به بالاترین نقطه مسیر، با بالا رفتن 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.

۳۵۷- آهنگ جریان خون از آنورت به سایر رگ‌های بدن برای یک شخص بالغ و سالم در حالت استراحت حدود ۵ L/min است. در مدت یک شبانه‌روز چند لیتر خون از هر مقطع آنورت عبور می‌کند؟

- ۱۲۰ (۱)
 ۲۸۸ (۲)
 ۳۶۰۰ (۳)
 ۷۲۰۰ (۴)



۳۵۸- در لوله 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) ۵/۴ (۳) ۷/۵ (۴) ۸/۴

۳۵۹- در اثر ترکیب لوله آبی به شعاع ۱۰ cm، آب با تندی 5 m/s از آن خارج می‌شود. در مدت یک ساعت چند لیتر آب از این طریق هدر می‌رود؟ ($\pi = 3$)

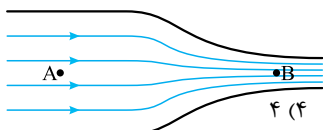
- (۱) ۹/۰ (۲) ۹۰۰ (۳) ۵۴ (۴) $5/4 \times 10^4$

۳۶۰- مساحت مقطع یک شلنگ 4 cm^2 و تندی جریان آب در آن 2 m/s است. توسط آب خارج‌شده از این شلنگ، پس از چند ساعت استخری به طول ۱۲ m، عرض ۶ m و عمق ۲ m از آب پر می‌شود؟

- (۱) ۲ (۲) ۲۰ (۳) ۵۰ (۴) ۱۸۰

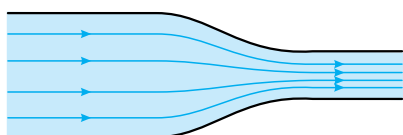
۳۶۱- قطر یک لوله آتش‌نشانی $6/4 \text{ cm}$ و تندی شارش آب در آن 4 m/s است. لوله آتش‌نشانی به یک دهانه فلزی به قطر $1/6 \text{ cm}$ منتهی می‌شود. تندی آب در دهانه فلزی چند متر بر ثانیه خواهد بود؟

- (۱) ۴ (۲) ۱۶ (۳) ۳۲ (۴) ۶۴



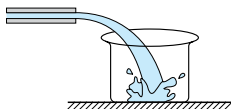
۳۶۲- در شکل روبه‌رو، آب به صورت پیوسته در لوله جاری است. اگر قطر مقطع بزرگ دو برابر قطر مقطع کوچک باشد، تندی حرکت آب در نقطه A چند برابر سرعت در نقطه B است؟ (سراسری تهرانی ۹۸)

- (۱) $1/4$ (۲) $1/2$ (۳) ۲ (۴) ۴



۳۶۳- در لوله 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 $4/8$ لیتر آب وارد شود، سرعت خروج آب از انتهای راست چند متر بر ثانیه است؟ (آزمون پیشرفت تحصیلی مدارس استان خراسان - ۹۶)

- (۱) ۳/۰ (۲) ۳ (۳) ۳۰ (۴) ۳۰۰



۳۶۴- در شکل روبه‌رو، آب با آهنگ 8 L/min درون ظرفی به گنجایش ۱۰۰ L می‌ریزد. اگر قطر سطح مقطع انتهای خروجی لوله را درصد افزایش دهیم، تندی خروج آب ۳۶ درصد کاهش می‌یابد و مدت‌زمان پرشدن ظرف (آزمایشی دبیرستان‌های استعدادهای درخشان سراسر کشور ۹۸)

- (۱) ۲۰ - تغییری نمی‌کند. (۲) ۲۵ - تغییری نمی‌کند. (۳) ۲۰ - نیز کاهش می‌یابد. (۴) ۲۵ - نیز کاهش می‌یابد.

۳۶۵- در یک رگ کوچک، خون با تندی $v_1 = 3/6 \text{ m/s}$ حرکت می‌کند. اگر در ناحیه‌ای از این رگ آنوریسم (گشادی دیواره رگ) رخ دهد و قطر رگ ۲۰ درصد افزایش یابد، تندی خون در این ناحیه چند متر بر ثانیه خواهد شد؟

(با اقتباس از کتاب «آشنایی با فیزیک زیستی برای علوم زیست و بهداشت»، نوشته «کریستن فرانکین» و ...)

- (۱) ۲/۵ (۲) ۳ (۳) ۴/۵ (۴) ۴/۳۲

۳۶۶- در یک رگ خونی به قطر $1/2 \text{ cm}$ ، خون با تندی 10 cm/s جریان دارد. این رگ به دو رگ کوچک‌تر با قطرهای برابر 1 cm ، منشعب می‌شود. تندی خون در هر یک از این رگ‌ها چند سانتی‌متر بر ثانیه است؟

- (۱) ۶ (۲) ۷/۲ (۳) ۱۲ (۴) ۱۴/۴

۳۶۷- شکل زیر، دو نهر را نشان می‌دهد که در محلی به هم می‌رسند و رودخانه‌ای را تشکیل می‌دهند. عمق یک نهر $1/5 \text{ m}$ ، عرض آن 5 m و تندی جریان آب در آن 2 m/s و عمق نهر دیگر 1 m ، عرض آن 4 m و تندی جریان آب در آن $2/5 \text{ m/s}$ است. اگر عرض رودخانه 10 m و عمق آن 2 m باشد، تندی جریان آب در آن چند متر بر ثانیه است؟ (با اقتباس از کتاب «مبانی فیزیک»، نوشته «دیوید هالیدی» و ...)

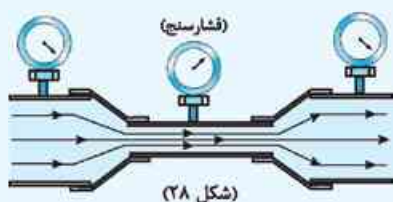


- (۱) ۸/۰ (۲) ۱/۲۵ (۳) ۲/۵ (۴) ۴/۵

۳۶۸- لوله آبی به قطر 2 cm به سر یک دوش که دارای ۲۰ سوراخ برای خروج آب است وصل می‌باشد. قطر هر سوراخ 1 mm و تندی آب در لوله اصلی $1/2 \text{ m/s}$ 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

۱۵. اصل برنولی

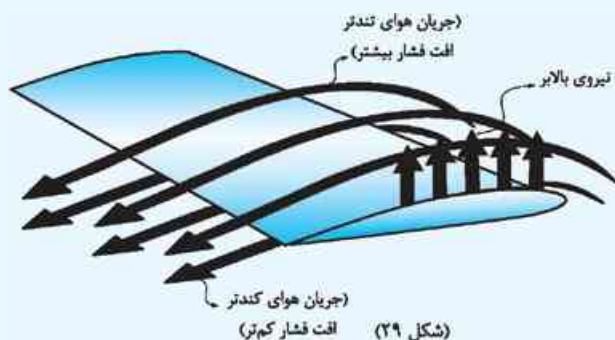


(شکل ۲۸)

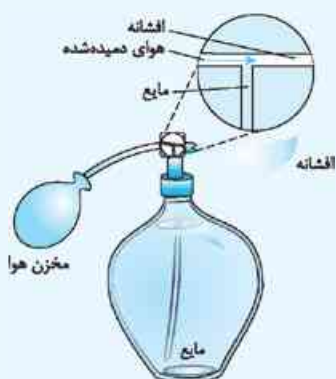
تعریف اصل برنولی: «با افزایش تندی شاره، فشار داخلی شاره کاهش می‌یابد.»

خلاصه: از ترکیب اصل (معادله) 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).

نمونه‌هایی از کاربرد اصل برنولی



(شکل ۲۹)

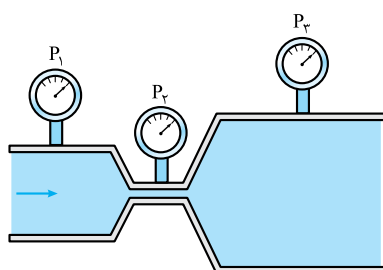


(شکل ۳۰)

نمونه ۱ - 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).

نمونه ۲ - 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.

پرسش‌های چهارگزینه‌ای



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

$$P_1 > P_2 > P_3 \quad (۱)$$

$$P_2 > P_3 > P_1 \quad (۲)$$

$$P_3 > P_1 > P_2 \quad (۳)$$

$$P_2 > P_1 > P_3 \quad (۴)$$



۳۷۰- 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 تهری ۹۸، قارج از کشور)

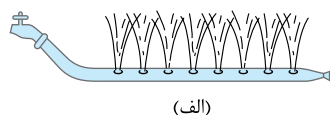
$$P_A < P_B \text{ و } v_A > v_B \quad (۴)$$

$$P_A < P_B \text{ و } v_A < v_B \quad (۳)$$

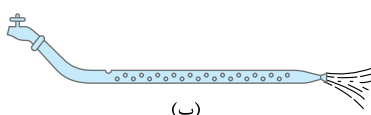
$$P_A > P_B \text{ و } v_A > v_B \quad (۲)$$

$$P_A > P_B \text{ و } v_A < v_B \quad (۱)$$

۳۷۱- شکل‌های زیر شلنگی را نشان می‌دهند که سوراخ‌هایی در آن ایجاد و به شیر آب وصل شده است. تندی و فشار آب، به ترتیب در کدام شکل بیشتر است؟



(الف)



(ب)

(۱) الف، الف

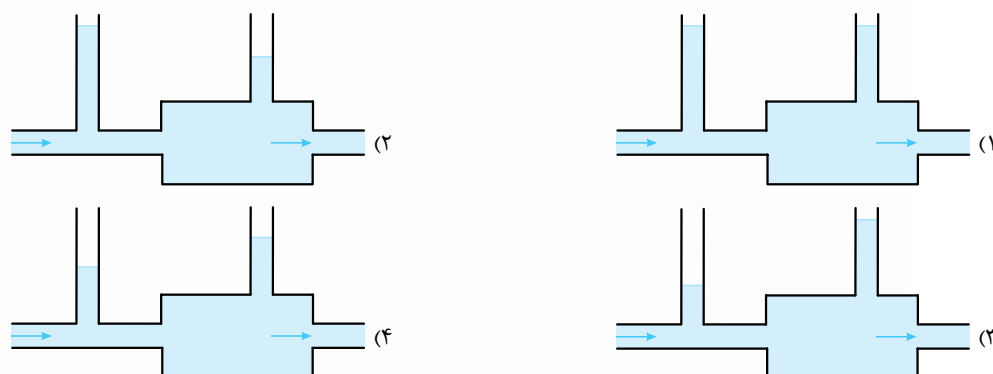
(۲) الف، ب

(۳) ب، الف

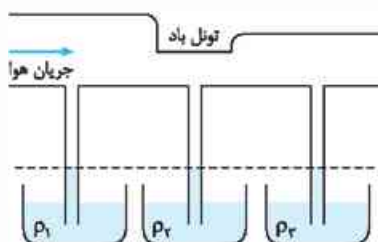
(۴) ب، ب



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



۳۷۳- در سه ظرف، مایع با چگالی‌های متفاوت ریخته‌ایم و آن‌ها را به یک تونل باد افقی با قطرهای متفاوت ارتباط داده‌ایم. وقتی در تونل، جریان هوا برقرار می‌شود، مایع از هر سه ظرف به یک اندازه بالا می‌آید و طرز قرارگیری آن‌ها مطابق شکل می‌شود. کدام مقایسه بین چگالی مایعات به درستی انجام شده است؟



$$\rho_1 < \rho_2 < \rho_3 \quad (2)$$

$$\rho_2 > \rho_1 > \rho_3 \quad (4)$$

$$\rho_2 < \rho_1 < \rho_3 \quad (1)$$

$$\rho_1 > \rho_2 > \rho_3 \quad (3)$$

۳۷۴- در ایجاد کدام یک از پدیده‌های زیر، فشار هوا نقش ندارد؟

- (۱) بالارفتن آب در لوله‌های نازک دو سر باز
- (۲) بالارفتن آب در نی
- (۳) بالارفتن بادکنک پرشده از گاز هلیوم
- (۴) حرکت هواپیما در آسمان

۳۷۵- کدام گزینه 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 مسافین و بار آن

۳۷۶- 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.

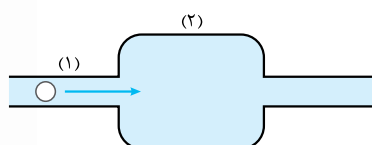
۳۷۷- یک بالن کروی شکل به آرامی، در هوا و در راستای افقی حرکت می‌کند. هنگامی که یک ستون جریان یکنواخت و لایه‌ای هوا (باد) از همه طرف، بالن را در بر گرفته و از دور آن می‌گذرد، با فرض تغییر نکردن دمای محیط، کدام گزینه رخ می‌دهد؟

- (۱) بالن کمی منبسط (باز) می‌شود.
- (۲) بالن کمی منقبض (جمع) می‌شود.
- (۳) حجم بالن تغییری نمی‌کند.
- (۴) به طرف بالا می‌رود.

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

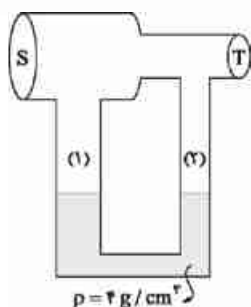
- (۱) جریان هوا بین دو اتوبوس فشرده شده و با افزایش فشار خود، به هر اتوبوس ضربه می‌زند.
- (۲) تندی جریان هوا بین دو اتوبوس زیاد شده و فشار هوای بین دو اتوبوس کمتر از فشار هوای دو سمت بیرونی اتوبوس‌ها می‌شود.
- (۳) تندی جریان هوا و فشار هوای بین دو اتوبوس، هر دو کمتر از فشار هوای دو سمت بیرونی اتوبوس‌ها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

۳۷۹- می‌دانیم که حجم حباب هوا با کاهش فشار آن، افزایش و با افزایش فشار آن، کاهش می‌یابد. یک حباب هوا همراه با جریان پیوسته مایع تراکم‌ناپذیر، از بخش باریک لوله (۱) به بخش پهن لوله (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.





۳۸۰- با عبور جریان پایای هوا از لوله افقی، اختلاف فشاری معادل $5 \times 10^3 \text{ Pa}$ در مقطع‌های S و T لوله افقی ایجاد می‌شود. ارتفاع مایع در شاخه (۲) نسبت به حالت اولیه چند سانتی‌متر و چگونه تغییر می‌کند؟ سطح مقطع شاخه (۱) در لوله U شکل دو برابر سطح مقطع شاخه (۲) است. ($g = 10 \text{ m/s}^2$) (پرسش‌های پیشنهادی آموزش و پرورش ۱۴۰۲)

(۲) $\frac{25}{6}$ ، کاهش

(۱) $\frac{25}{6}$ ، افزایش

(۴) $\frac{25}{3}$ ، کاهش

(۳) $\frac{25}{3}$ ، افزایش

آزمون پایان فصل

۳۸۱- چند مورد از عبارات‌های زیر درست نیست؟

(الف) توفان‌های شدید دریایی تنها مقدار اندکی آب را به صورت قطره‌های ریز به طرف بالا می‌پاشند.

(ب) شفاف بودن شیشه به این دلیل است که ساختار مولکولی منظمی دارد.

(پ) اگر به مقداری روغن که درون یک استوانه است، به کمک پیستونی فشار بسیار زیادی وارد کنیم، چگالی روغن تغییر قابل توجهی می‌کند.

(ت) اگر پدیده پخش در جو زمین نباشد، حیات روی بخش‌هایی از این کره به خطر می‌افتد.

(ث) ماده تابان درون لوله لامپ‌های مهتابی از پلاسما تشکیل شده است.

(۴) ۳

(۳) ۲

(۲) ۱

(۱) صفر



۳۸۲- با توجه به شکل مقابل، کدام ویژگی فیزیکی آب این امکان را به ماهی می‌دهد تا حشره را صید کند؟

(۱) جاری شدن

(۲) حرکت کاتوره‌ای ذرات

(۳) هم چسبی

(۴) دگر چسبی

۳۸۳- دو لوله هم‌جنس شیشه‌ای و بلند (۱) و (۲) به ترتیب به قطرهای $200 \mu\text{m}$ و $400 \mu\text{m}$ را به صورت قائم و به یک‌اندازه درون ظرف آبی فرو می‌بریم. در بالای سطح آزاد آب ظرف، آب در لوله در ارتفاع بالاتری قرار می‌گیرد و سطح آزاد آب در لوله فرو رفتگی بیشتری دارد و وزن آبی که درون لوله بالاتر از سطح آزاد آب ظرف می‌ایستد، در لوله بیشتر است.

(۴) (۲) - (۲) - (۲)

(۳) (۲) - (۲) - (۱)

(۲) (۱) - (۱) - (۲)

(۱) (۱) - (۱) - (۱)

۳۸۴- یک جسم به شکل مکعب مستطیل به ابعاد $6 \text{ cm} \times 5 \text{ cm} \times 2 \text{ cm}$ و وزن W را در دو وضعیت (الف) و (ب) طوری روی یک سطح افقی قرار می‌دهیم که به ترتیب بیشترین و کم‌ترین فشار را به سطح وارد کند. در وضعیت (ب)، چه وزنه‌ای را روی جسم قرار دهیم تا فشار وارد بر سطح با فشار در وضعیت (الف) برابر شود؟

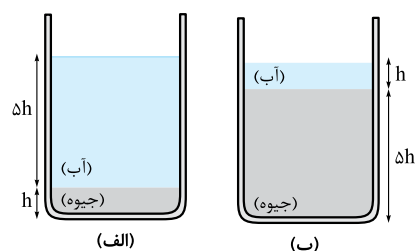
(۴) $\frac{2}{3}W$

(۳) $\frac{3}{4}W$

(۲) $2W$

(۱) $\frac{5}{4}W$

۳۸۵- اگر فشار ناشی از دو مایع بر کف ظرف، در شکل (ب)، 126 kPa بیشتر از فشار ناشی از دو مایع بر کف ظرف در شکل (الف) باشد، h چند سانتی‌متر است؟ ($\rho_{\text{آب}} = 1 \text{ g/cm}^3$ ، $\rho_{\text{جیوه}} = 13/6 \text{ g/cm}^3$ و $g = 10 \text{ m/s}^2$)



(۱) ۱۰

(۲) ۱۵

(۳) ۲۰

(۴) ۲۵

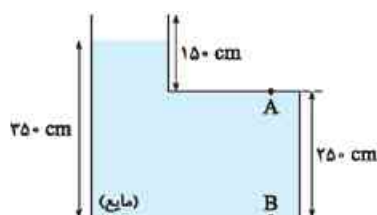
۳۸۶- در مخزنی به شکل مقابل، فشار کل در نقطه A، ۲ برابر فشار پیمانه‌ای در نقطه B است. چگالی مایع درون ظرف چند کیلوگرم بر لیتر است؟ ($g = 10 \text{ m/s}^2$ و فشار هوای محیط 75 kPa می‌باشد).

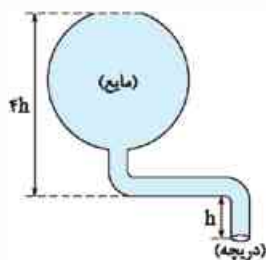
(۲) $\frac{4}{3}$

(۱) $\frac{3}{2}$

(۴) $\frac{6}{5}$

(۳) $\frac{5}{4}$





۳۸۷- در شکل روبه‌رو، مساحت دریچه افقی 50 cm^2 و آستانه نیروی قابل تحمل آن 48 N است. اگر تمام حجم ظرف با مایعی به چگالی $1/2 \text{ g/cm}^3$ پر شود، دریچه در آستانه شکسته شدن قرار می‌گیرد. h چند سانتی‌متر است؟ ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

۱۵ (۲)

۱۲ (۱)

۱۸ (۴)

۱۶ (۳)

۳۸۸- در شکل زیر، اختلاف نیرویی که به سطح قاعده پایینی و بالایی استوانه به مساحت قاعده 20 cm^2 وارد می‌شود، چند نیوتون است؟ ($g = 10 \text{ m/s}^2$)
(آزمایشی دبیرستان‌های استعدادهای درخشان سراسر کشور ۱۴۰۱)

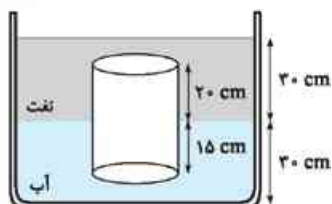
($\rho_{\text{آب}} = 1 \text{ g/cm}^3$ و $\rho_{\text{نفت}} = 0.8 \text{ g/cm}^3$)

۱۰/۸ (۱)

۷/۸ (۲)

۶/۲ (۳)

۴/۸ (۴)



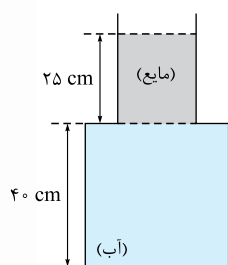
۳۸۹- مطابق شکل، بخش بالایی ظرف با مایعی به چگالی ρ پر شده که با آب مخلوط نمی‌شود. اگر کف ظرف مربعی با اضلاع 40 cm باشد و نیرویی که از طرف مایع‌ها به آن وارد می‌شود، 928 N باشد، ρ چند گرم بر لیتر است؟ ($g = 10 \text{ m/s}^2$ و $\rho_{\text{آب}} = 1 \text{ g/cm}^3$)

۷۵۰ (۲)

۷۲۰ (۱)

۸۱۰ (۴)

۷۸۰ (۳)



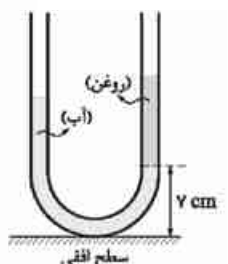
۳۹۰- مطابق شکل، لوله U شکلی با شاخه‌های قائم بر یک سطح افقی قرار دارد. اگر نسبت به سطح افقی، ارتفاع سطح آزاد مایع در شاخه سمت راست ۲۴ درصد بیشتر از ارتفاع سطح آزاد مایع در شاخه سمت چپ باشد، اختلاف ارتفاع سطح آزاد مایع در دو شاخه لوله چند سانتی‌متر است؟ ($\rho_{\text{آب}} = 1 \text{ g/cm}^3$ و $\rho_{\text{روغن}} = 0.75 \text{ g/cm}^3$)

۴ (۲)

۳ (۱)

۶ (۴)

۵ (۳)



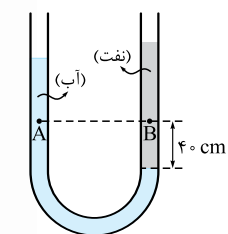
۳۹۱- در شکل روبه‌رو، فشار پیمانه‌ای در نقطه A درون آب برابر با 4800 Pa است. فشار کل در نقطه B درون نفت چند کیلوپاسکال است؟ ($\rho_{\text{آب}} = 1 \text{ g/cm}^3$ ، $\rho_{\text{نفت}} = 0.8 \text{ g/cm}^3$ ، $\rho_{\text{جیوه}} = 13.6 \text{ g/cm}^3$ و $g = 10 \text{ m/s}^2$ و فشار هوای محیط 72 cmHg می‌باشد.)

۱۰۲/۵ (۲)

۱۰۲/۸ (۱)

۱۰۱/۵ (۴)

۱۰۱/۸ (۳)



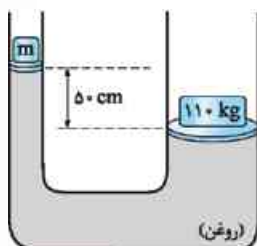
۳۹۲- در دستگاه در حال تعادل روبه‌رو، مساحت پیستون‌ها 100 cm^2 و 2500 cm^2 و مکعبی به ضلع a و جرم m بر روی پیستون کوچک‌تر قرار دارد. a چند سانتی‌متر است؟ (چگالی روغن و چگالی ماده سازنده مکعب m به ترتیب 0.8 g/cm^3 و $3/2 \text{ g/cm}^3$ بوده و جرم و اصطکاک پیستون‌ها ناچیز هستند.)

۴ (۲)

۵ (۱)

۲ (۴)

۳ (۳)



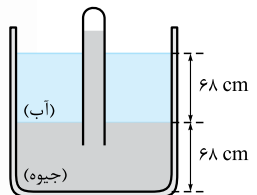
۳۹۳- در شکل روبه‌رو، ابتدا لوله‌ای به طول 1 m را از جیوه پر می‌کنیم و سپس روی جیوه درون ظرف، آب می‌ریزیم به طوری که آب وارد لوله نشود. اگر فشار هوای محیط 76 cmHg باشد، سطح آزاد جیوه درون لوله چند سانتی‌متر بالاتر از سطح آزاد مایع ظرف قرار می‌گیرد؟ ($\rho_{\text{جیوه}} = 13.6 \text{ g/cm}^3$ و $\rho_{\text{آب}} = 1 \text{ g/cm}^3$)

۱۳ (۲)

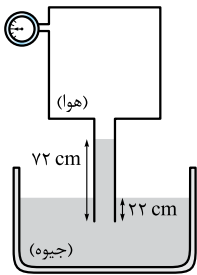
۱۲ (۱)

۱۵ (۴)

۱۴ (۳)

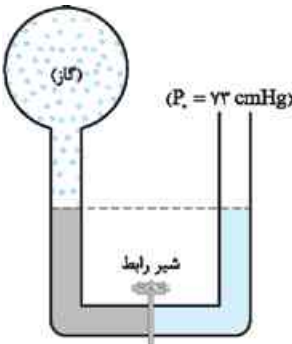


۳۹۴- در شکل روبه‌رو، فشارسنج عقربه‌ای فشار هوای درون مخزن را چند کیلوپاسکال نشان می‌دهد؟
 $\rho_{\text{جیوه}} = 13/6 \text{ g/cm}^3$ ، $g = 10 \text{ m/s}^2$ و فشار هوای محیط 75 cmHg است.



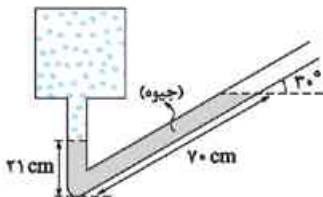
- (۱) $+34$
 (۲) -34
 (۳) $+68$
 (۴) -68

۳۹۵- در شکل روبه‌رو، قطر دو شاخه لوله برابر بوده و هر دو تا ارتفاع یکسان از جیوه پر شده‌اند. در حالتی که فشار گاز درون مخزن 88400 Pa است، شیر رابط بین دو شاخه را باز می‌کنیم. سطح آزاد جیوه در شاخه سمت راست چند سانتی‌متر و چگونه جابه‌جا می‌شود؟ ($\rho_{\text{جیوه}} = 13/6 \text{ g/cm}^3$ ، $g = 10 \text{ m/s}^2$ ، شاخه‌ها به اندازه کافی بلند بوده و حجم گاز درون شاخه چپ نسبت به حجم گاز مخزن ناچیز است.)



- (۱) - رو به بالا
 (۲) - رو به بالا
 (۳) - رو به پایین
 (۴) - رو به پایین

۳۹۶- در شکل روبه‌رو، مخزن مکعب‌شکل به ضلع 25 cm همراه با بخش بالایی شاخه چپ از لوله U شکل حاوی گاز است. نیرویی که گاز به سقف مخزن وارد می‌کند، چند نیوتون است؟ ($\rho_{\text{جیوه}} = 13/6 \text{ g/cm}^3$ ، $g = 10 \text{ m/s}^2$ و فشار هوای محیط 76 cmHg می‌باشد.)

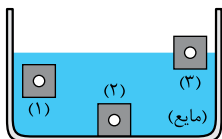


- (۱) 6750
 (۲) 6750
 (۳) 5720
 (۴) 5270

۳۹۷- وزن مغز یک انسان بالغ حدود 15 N است. نیروی شناوری وارد به مغز، از طرف مایع درون جمجمه، حدود $14/5 \text{ N}$ است. درباره «وزن مایع درون جمجمه» کدام عبارت درست‌تر است؟

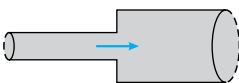
- (۱) حتماً بیش از $14/5 \text{ N}$ است.
 (۲) دقیقاً $14/5 \text{ N}$ است.
 (۳) حتماً کم‌تر از $14/5 \text{ N}$ است.
 (۴) نیروی شناوری به میزان مایع بستگی ندارد.

۳۹۸- سه مکعب هم‌اندازه و هم‌جنس فلزی را که دارای حفره‌هایی در بسته با حجم‌های متفاوت هستند، مطابق شکل درون مایعی می‌اندازیم. با توجه به شکل روبه‌رو، کدام گزینه می‌تواند اندازه حجم حفره در مکعب‌های (۱)، (۲) و (۳) را به ترتیب و از راست به چپ نشان دهد؟



- (۱) 20 cm^3 ، 40 cm^3 و 50 cm^3
 (۲) 50 cm^3 ، 40 cm^3 و 20 cm^3
 (۳) 40 cm^3 ، 50 cm^3 و 20 cm^3
 (۴) 20 cm^3 ، 40 cm^3 و 50 cm^3

۳۹۹- در شکل مقابل، شعاع مقطع دایره‌ای بزرگ‌تر لوله ۳ برابر شعاع مقطع دایره‌ای کوچک‌تر آن بوده و شاره تراکم‌ناپذیر به صورت پیوسته از هر مقطع عمودی لوله با آهنگ $\frac{9\pi}{8} \text{ L/s}$ می‌گذرد. اگر اختلاف تندی شاره در دو مقطع لوله 40 cm/s باشد، شعاع مقطع کوچک‌تر لوله چند سانتی‌متر است؟



- (۱) ۳
 (۲) ۴
 (۳) ۵
 (۴) ۶

۴۰۰- مطابق شکل، یک توپ پینگ‌پونگ درون جریان هوای قائم و رو به بالای خروجی از لوله یک دمنده می‌چرخد ولی به سادگی از مسیر جریان هوا خارج نمی‌شود. دلیل پایداری افقی مکان توپ، درون جریان هوا کدام است؟



- (۱) تندی جریان هوا رو به بالا کاهش و فشار آن افزایش می‌یابد و توپ را در مسیر خود نگاه می‌دارد.
 (۲) تندی جریان هوا رو به بالا افزایش و فشار آن کاهش می‌یابد و توپ را در مسیر خود نگاه می‌دارد.
 (۳) اگر توپ به سمت خارج مسیر هوا منحرف شود، افزایش فشار هوای محیط اطراف توپ، آن را به مسیر جریان هوا برمی‌گرداند.
 (۴) اگر توپ به سمت خارج مسیر هوا منحرف شود، به دلیل فشار هوای محیط و کاهش فشار هوای جریان، توپ به مسیر جریان هوا برمی‌گردد.



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

$$a = \frac{F}{m} = \frac{1/6}{0.12} = 8 \text{ m/s}^2$$

۳۳۹-۴ ابتدا یادی می کنیم از علوم تجربی پایه نهم!

طبق قانون سوم نیوتون، هرگاه جسمی به جسم دیگر نیرو وارد کند، جسم دوم نیز به جسم اول نیرویی هم اندازه ولی در خلاف جهت وارد می کند. یکی از نیروها را «کنش» و دیگری را «واکنش» می نامیم.

نکته اگر جسمی وارد یک شاره شود، شاره با نیرویی به سمت بالا باعث سبک شدن جسم می شود. در واکنش، جسم با نیرویی با همان اندازه و رو به پایین، باعث سنگین شدن شاره می شود. نیروی شناوری آب بر گلوله برابر ۴ N است:

$$W' = W - F_b \Rightarrow 16 = 20 - F_b \\ \Rightarrow F_b = 4 \text{ N}$$

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

$$F'_b = mg \Rightarrow 4 = m \times 10 \Rightarrow m = 0.4 \text{ kg} = 400 \text{ g}$$

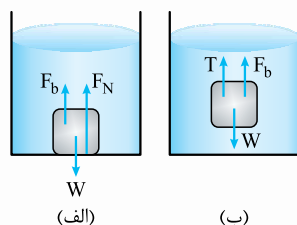
در نتیجه جرمی که توسط ترازو نشان داده می شود برابر است با:

$$m_{\text{ترازو}} = 1200 + 400 = 1600 \text{ g}$$

۳۴۰-۲ عدد نیروسنج ها (W' ها) هم اندازه اند، پس:

$$W'_1 = W'_2 \Rightarrow W_1 - F_{b1} = W_2 - F_{b2} \\ \Rightarrow F_{b2} - F_{b1} = W_2 - W_1 \Rightarrow \Delta F_b = \Delta W$$

۳۴۱-۲ برای حل این تست باید کمی دینامیک (فصل دوم فیزیک سال دوازدهم) بلد باشید. شکل (الف) نیروهای وارد بر وزنه را در حالت اول نشان می دهد (F_N نیروی عمودی ای است که کف ظرف به وزنه وارد می کند). چون وزنه در حال تعادل است، براینده نیروهای وارد بر آن صفر است:



$$F_{\text{net}} = F_N + F_b - W = 0 \Rightarrow F_N + F_b = W$$

واکنش نیروی F_N (یعنی F'_N) به کف ظرف و واکنش نیروی F_b (یعنی F'_b) به مایع وارد می شود. هر دوی این نیروها به سمت پایین هستند. در نتیجه با حضور وزنه در شکل (الف)، نیروی وارد بر کفه ترازو به اندازه $F'_N + F'_b$ افزایش می یابد.

$$F'_N + F'_b = F_b + F_N = W$$

در شکل (ب) نخ با نیروی T وزنه را به سمت بالا می کشد. در این حالت: $T + F_b - W = 0 \Rightarrow F_b = W - T$ واکنش نیروی T (یعنی T') به نخ وارد می شود (پس نیروی وارد بر ظرف را افزایش نمی دهد). واکنش F_b (یعنی F'_b) به مایع وارد می شود؛ بنابراین، حضور وزنه در شکل (ب) باعث می شود وزن ظرف به اندازه $F'_b = F_b \Rightarrow F'_b = W - T$ افزایش یابد.

بنابراین، با ورود وزنه به داخل ظرف، نیروی وارد بر کفه ترازو در شکل (الف) به اندازه W و در شکل (ب) کمتر از W افزایش می یابد.

$$P_a = P_b$$

$$\Rightarrow P_0 + \rho_1 gh_1 = P_0 + \rho_2 gh_2 \Rightarrow \rho_1 h_1 = \rho_2 h_2$$

$$\Rightarrow 1500 \times 6 = \rho_2 \times 10 \Rightarrow \rho_2 = 900 \text{ kg/m}^3$$

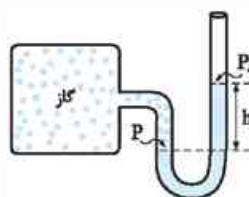
حالا از هم فشاری نقاط c و d استفاده و چگالی مایع بوتان را حساب می کنیم.

$$P_d = P_c \Rightarrow P_0 + \rho_2 gh'_2 = P_0 + \rho_3 gh_3 \Rightarrow \rho_2 h'_2 = \rho_3 h_3$$

$$\Rightarrow 900 \times 4 = \rho_3 \times 6 \Rightarrow \rho_3 = 600 \text{ kg/m}^3$$

۳۳۳-۱ مایعی که چگالی آن کمتر است، بالاتر می ایستد؛ پس چگالی مایع A کمتر از چگالی مایع B است:

$$\rho_A h_A = \rho_B h_B \xrightarrow{(h_A > h_B)} \rho_A < \rho_B$$



فرض کنید می خواهیم با مایعی چگالی ρ فشار پیمانه ای گاز داخل مخزنی را تعیین کنیم. با توجه به شکل روبه رو داریم:

$$P_g = P - P_0 = \rho gh$$

به کارگیری مایع های مختلف در مانومتر، فشار پیمانه ای گاز را تغییر نمی دهد (چون اندازه فشار گاز و فشار هوا به جنس مایع به کاررفته در لوله بستگی ندارد). پس، با تعویض مایع، حاصل عبارت « ρgh » تغییر نمی کند و هر چه چگالی مایع کمتر باشد، اختلاف ارتفاع آن در مانومتر بیشتر است:

$$P - P_0 \xrightarrow{(\rho \downarrow)} h \uparrow \text{ ثابت: } \rho gh \Rightarrow \text{ ثابت: } P - P_0$$

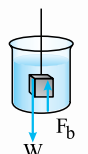
واضح است که هر چه h بیشتر باشد، دقت اندازه گیری بالاتر می رود (فاصله درجه های متوالی افزایش می یابد و ارتفاع مایع را با دقت بیشتری می توان ثبت کرد). پس دقت اندازه گیری با مایع A بیشتر از دقت اندازه گیری با مایع B است.

۳۳۴-۲ نیروهای وارد بر سطوح پایینی بزرگتر از نیروهای وارد بر سطوح بالایی هستند.

۳۳۵-۲ چگالی فولاد تقریباً ۸ برابر چگالی آب است. بنابراین، انتظار داریم سوزن آب را شکافته و در آن ته نشین شود، اما به دلیل نیروی کشش سطحی آب این اتفاق نمی افتد و سوزن بر سطح آب قرار می گیرد. چوب سطح آب را کنار زده و داخل آن فرو رفته است، اما به دلیل نیروی شناوری که آب به آن وارد می کند، چوب به طور کامل در آب فرو نمی رود.

۳۳۶-۱ نیروی شناوری وارد بر قطعه آهن به حجم قطعه بستگی دارد که در هر سه شکل یکسان است.

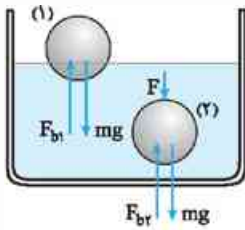
۳۳۷-۲ آب با نیروی شناوری رو به بالایی که به جسم وارد می کند، باعث می شود وزنه جسم متصل به کفه B به اندازه نیروی شناوری (F_b) سبک تر به نظر بیاید (در واقع کفه B با نیروی $W - F_b$ به طرف پایین کشیده می شود). وقتی ظرف آب را از محل دور می کنیم، نیروی رو به بالای F_b حذف می شود و وزنه متصل به کفه B با نیرویی به اندازه وزن خود (W) کفه را به سمت پایین می کشد. بنابراین، نیروی وارد بر کفه B بزرگتر از قبل می شود و کفه B به طرف پایین حرکت می کند.



۳۳۸-۱ نیروی شناوری وارد بر جسم کوچکتر از وزن آن است ($F_b < W$). پس جسم شروع به حرکت به سمت پایین می کند. وزن و نیروی خالص وارد بر جسم برابر است با:

$$W = mg = 0.200 \times 10 = 2 \text{ N}$$

$$F = W - F_b = 2 - 0.4 = 1.6 \text{ N}$$



۳۴۹-۱ مطابق شکل روبه‌رو، بر توپ (۱) نیروهای وزن و شناوری و بر توپ (۲) نیروهای وزن، شناوری و F وارد می‌شود. چون هر دو توپ ساکن هستند، برآیند نیروهای وارد بر آنها صفر است؛ بنابراین:

$$\text{توپ (۱): } F_{\text{net}} = 0 \Rightarrow F_{b1} - mg = 0 \Rightarrow F_{b1} = mg$$

$$\text{توپ (۲): } F_{\text{net}} = 0 \Rightarrow F_{b2} - F - mg = 0 \Rightarrow F_{b2} = F + mg$$

$$F_{b2} - F_{b1} = (F + mg) - mg = F$$

۳۵۰-۴ در هر دو حالت ۱ و ۲، رابطه $W = F_b$ برقرار است:

$$\begin{cases} W_1 = F_{b1} \Rightarrow F_{b1} = m_1 g \\ W_2 = F_{b2} \Rightarrow F_{b2} = m_2 g \end{cases} \quad (\text{در آب: ۱ و در نفت: ۲})$$

$$\Rightarrow \frac{F_{b2}}{F_{b1}} = \frac{m_2 g}{m_1 g} = \frac{m_2}{m_1} = \frac{1}{0.5} = 2$$

۳۵۱-۱ **گام اول:** جرم گوی را با m و چگالی آن را با ρ نشان می‌دهیم. $\frac{4}{100}$ جرم گوی از ماده‌ای با چگالی $\rho_1 = 6 \text{ g/cm}^3$ و $\frac{6}{100}$ باقی‌مانده از ماده‌ای با چگالی $\rho_2 = 9 \text{ g/cm}^3$ ساخته شده است؛ پس:

$$\rho_1 = \frac{m_1}{V_1} \Rightarrow V_1 = \frac{m_1}{\rho_1} = \frac{\frac{4}{100} m}{6} = \frac{m}{15}$$

$$\rho_2 = \frac{m_2}{V_2} \Rightarrow V_2 = \frac{m_2}{\rho_2} = \frac{\frac{6}{100} m}{9} = \frac{m}{15}$$

$$\rho = \frac{m}{V_1 + V_2} = \frac{m}{\frac{m}{15} + \frac{m}{15}} = \frac{1}{\frac{2}{15}} = \frac{15}{2} = 7.5 \text{ g/cm}^3$$

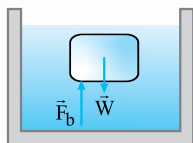
توجه: حجم دو ماده برابر است؛ پس چگالی گوی میانگین ρ_1 و ρ_2 است. **گام دوم:** چگالی گوی از چگالی مایع کمتر است؛ پس گوی به سمت بالا حرکت می‌کند؛ یعنی در ابتدا، نیروی شناوری وارد بر گوی بزرگ‌تر از وزن گوی است: $F_b > W$ (I)

وقتی گوی بر سطح مایع شناور شد، نیروی شناوری وارد بر گوی هم‌اندازه با وزن آن می‌شود: $F_b = W$ (II)

از مقایسه (I) و (II) نتیجه می‌گیریم نیروی شناوری وارد بر گوی نسبت به حالت اول کاهش می‌یابد: $F'_b < F_b$

۳۵۲-۳ جرم قطعه چوب برابر است با:

$$m = \rho V = 0.8 \times 500 = 400 \text{ g} = 0.4 \text{ kg}$$



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:

$$a = \frac{F_{\text{خالص}}}{m} = \frac{F_b - mg}{m} \Rightarrow 2/5 = \frac{F_b - 0.4 \times 10}{0.4}$$

$$\Rightarrow F_b - 4 = 0.4 \times 2/5 \Rightarrow F_b - 4 = 1 \Rightarrow F_b = 5 \text{ N}$$

۳۴۲-۲ صورت تست در واقع نیروی شناوری را از شما می‌خواهد.

$$F_b = F_r - F_l$$

$$\Rightarrow F_b = P_r A - P_l A = \rho_{\text{آب}} g h_r A - \rho_{\text{آب}} g h_l A$$

$$= \rho_{\text{آب}} g A (h_r - h_l) = \rho_{\text{آب}} g A \Delta h$$

$$\Rightarrow F_b = 1000 \times 10 \times (20 \times 10^{-4}) \times (50 - 10) \times 10^{-2} = 8 \text{ N}$$

۳۴۳-۱ با توجه به جدول رسم‌شده در درس‌نامه ۱۳ اگر چگالی آب را با ρ نشان دهیم، داریم:

$$(\rho_1 > \rho_0, \rho_2 = \rho_0, \rho_3 < \rho_0) \Rightarrow \rho_1 > \rho_2 > \rho_3$$

۳۴۴-۲ بدون شرح!

۳۴۵-۱ تست از جایی ضربه می‌زنه که فکرشو نمی‌کنی!! در اثر کاهش فشار هوا، نیروی وارد از طرف هوا بر سطح توپ و همچنین فشار در آب کاهش می‌یابد و توپ بیشتر باد می‌کند! دقت کنید که جرم توپ ثابت است، ولی حجم آن زیاد شده؛ پس چگالی توپ کاهش می‌یابد:

$$\rho = \frac{m}{V} \xrightarrow{(V \uparrow)} (\rho \downarrow)$$

توپ در اثر کاهش چگالی‌اش کمی به طرف بالا می‌رود.

۳۴۶-۱ اگر جسم بر سطح آب شناور یا داخل آن معلق باشد، نیروهای وارد بر جسم (F_b, W) اثر یکدیگر را خنثی می‌کنند و برآیندشان صفر است.

$$F_{\text{خالص}} = F_b - W \xrightarrow{(W=F_b)} F_{\text{خالص}} = 0$$

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.

۳۴۷-۱ در صورتی جسم، داخل آب معلق می‌ماند که چگالی آن برابر آب (1 g/cm^3) شود. ویژگی‌های استخوان و چوب‌پنبه را به ترتیب با b و c نشان می‌دهیم.

$$m_b = \rho_b V_b \Rightarrow 100 = 2V_b \Rightarrow V_b = 50 \text{ cm}^3$$

$$\rho_{\text{مجموع}} = \frac{m_b + m_c}{V_b + V_c} = \frac{m_b + \rho_c V_c}{V_b + V_c} \Rightarrow 1 = \frac{100 + 0.2V_c}{50 + V_c}$$

$$\Rightarrow 50 + V_c = 100 + 0.2V_c \Rightarrow 0.8V_c = 50$$

$$\Rightarrow V_c = \frac{50}{0.8} \text{ cm}^3$$

$$\Rightarrow m_c = \rho_c V_c = 0.2 \times \frac{50}{0.8} = \frac{10}{0.8} = 12.5 \text{ g}$$

۳۴۸-۱ وقتی اسفنج را در آب می‌اندازیم، آب به منافذ اسفنج راه پیدا می‌کند و چگالی آن را افزایش می‌دهد. به محض این‌که چگالی اسفنج برابر چگالی آب می‌شود، در آب فرو می‌رود؛ پس باید چگالی «اسفنج خشک + آب جذب‌شده» برابر 1 g/cm^3 شود. (توجه بفرمایید که حجم اسفنج پس از جذب آب، تغییر چندانی نمی‌کند، چراکه آب، حفره‌های هوای موجود در اسفنج را پر می‌کند.)

$$\rho = \frac{m_{\text{اسفنج}} + m_{\text{آب}}}{V_{\text{اسفنج}}} = \frac{\rho_{\text{اسفنج}} V_{\text{اسفنج}} + m_{\text{آب}}}{V_{\text{اسفنج}}}$$

$$\Rightarrow 1 = \frac{0.25V_{\text{اسفنج}} + 90}{V_{\text{اسفنج}}} \Rightarrow V_{\text{اسفنج}} - \frac{1}{4}V_{\text{اسفنج}} = 90$$

$$\Rightarrow \frac{3}{4}V_{\text{اسفنج}} = 90 \Rightarrow V_{\text{اسفنج}} = 120 \text{ cm}^3$$

$$\Rightarrow m_{\text{اسفنج}} = \rho_{\text{اسفنج}} V_{\text{اسفنج}} = 0.25 \times 120 = 30 \text{ g}$$



۳۵۹-۴ مساحت مقطع لوله برابر است با:

$$A = \pi r^2 = 3 \times (10)^2 = 300 \text{ cm}^2 = 300 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \\ = 3 \times 10^{-2} \text{ m}^2$$

آهنگ شارش حجمی آب در لوله:

$$R_V = Av = (3 \times 10^{-2}) \times 0.5 = 1.5 \times 10^{-2} \text{ m}^3 / \text{s}$$

پس در هر ثانیه $1.5 \times 10^{-2} \text{ m}^3$ آب از لوله خارج می‌شود. پس آب هدررفته در مدت $t = 1 \text{ h} = 3600 \text{ s}$ برابر است با:

$$R_V t = 1.5 \times 10^{-2} \times 3600 = 54 \text{ m}^3 = 54 \times 10^3 \text{ L} \\ = 54 \times 10^4 \text{ L}$$

۳۶۰-۳ آهنگ جریان آب در شلنگ برابر است با:

$$R_V = Av = (4 \times 10^{-4} \text{ m}^2) \times (2 \text{ m/s}) = 8 \times 10^{-4} \text{ m}^3 / \text{s}$$

حجم استخر برابر است با:

$$V = abc = 12 \times 6 \times 2 = 144 \text{ m}^3$$

شلنگ خارج می‌شود. می‌خواهیم حساب کنیم در چند ثانیه 144 m^3 آب از شلنگ خارج می‌شود. یک تناسب ساده ما را به جواب می‌رساند.

زمان (s)	حجم آب خارج شده (m^3)
۱	8×10^{-4}
t	۱۴۴

$$\Rightarrow 144 \times 1 = 8 \times 10^{-4} \times t$$

$$\Rightarrow t = 18 \times 10^4 \text{ s} = \frac{18 \times 10^4}{3600} \text{ h} = 50 \text{ h}$$

البته از رابطه $R_V = \frac{V}{t}$ هم به همین نتیجه می‌رسیدیم:

$$8 \times 10^{-4} = \frac{144}{t} \Rightarrow t = 18 \times 10^4 \text{ s} = 50 \text{ h}$$

۳۶۱-۴ تندی آب در لوله را با v_1 و در دهانه فلزی با v_2 نشان می‌دهیم و بر اساس معادله پیوستگی می‌نویسیم:

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

$$\Rightarrow \frac{v_2}{v_1} = \left(\frac{d_1}{d_2}\right)^2 \Rightarrow \frac{v_2}{4} = \left(\frac{6}{1/6}\right)^2$$

$$\Rightarrow \frac{v_2}{4} = 16 \Rightarrow v_2 = 64 \text{ m/s}$$

۳۶۲-۱ آهنگ شارش پیوسته آب در طول لوله ثابت است. مساحت مقطع و تندی (اندازه سرعت) آب در مقطع بزرگ را با A و در مقطع کوچک با B زیروند می‌آوریم و معادله پیوستگی را برای جریان پیوسته آب می‌نویسیم:

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

$$\xrightarrow{(A \propto d^2)} \frac{v_A}{v_B} = \left(\frac{d_B}{d_A}\right)^2 \quad (d_A = 2d_B) \rightarrow$$

$$\frac{v_A}{v_B} = \left(\frac{1}{2}\right)^2 = \frac{1}{4}$$

۳۵۳-۳ در ابتدا که بسته‌ها داخل قایق‌اند و قایق بر سطح آب شناور است، داریم:

(I) وزن قایق و بسته‌ها = نیروی شناوری

در حالت دوم که قایق و بسته‌ها هر دو بر سطح آب شناورند، داریم:

وزن قایق = نیروی شناوری وارد بر قایق

وزن بسته‌ها = نیروی شناوری وارد بر بسته‌ها

نیروی شناوری وارد بر قایق = نیروی شناوری مجموعه

نیروی شناوری وارد بر بسته‌ها +

(II) وزن بسته‌ها + وزن قایق = نیروی شناوری مجموعه

از مقایسه (I) و (II) نتیجه می‌گیریم نیروی شناوری وارد بر کل مجموعه تغییر نمی‌کند.

توجه با انداختن بسته‌ها به داخل آب، حجم ناحیه غوطه‌ور قایق در آب کاهش می‌یابد و در نتیجه شکاف، بالاتر از سطح آب قرار گرفته و آب وارد قایق نمی‌شود.

۳۵۴-۱ پس از این که 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.

۳۵۵-۲ ر.ک به درس‌نامه ۱۴.

۳۵۶-۴ گام اول: در حالت اول که جریان آب رو به پایین است، با پایین آمدن جریان، تندی آن در اثر جاذبه 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 بالا رفتن جریان (پیش از رسیدن به بالاترین نقطه مسیر) تندی آن در اثر جاذبه زمین کاهش می‌یابد (مثل سنگی که رو به بالا پرتاب شده و هنوز به بالاترین نقطه مسیرش نرسیده).

گام دوم: طبق اصل (معادله) 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.

۳۵۷-۴ در هر دقیقه ۵ L خون از هر مقطع آئورت عبور می‌کند. با توجه به این که هر شبانه‌روز $24 \text{ h} = 24 \times 60 \text{ min}$ است، حجم خونی که در یک شبانه‌روز از هر مقطع آئورت عبور می‌کند، برابر است با:

$$V = R_V t = 5 \left(\frac{\text{L}}{\text{min}}\right) \times (24 \times 60 \text{ min}) = 7200 \text{ L}$$

۳۵۸-۳ طبق اصل (معادله) 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:

$$\frac{(\text{حجم مایع عبوری در ۵ ثانیه})}{2} = \frac{5}{2}$$

$$\Rightarrow \frac{(\text{حجم مایع عبوری در ۵ ثانیه})}{3} = \frac{5}{2} \Rightarrow \frac{5}{2}$$

$$\Rightarrow (\text{حجم مایع عبوری در ۵ ثانیه}) = 7.5 \text{ L}$$



۳۶۳-۲ آهنگ شارش حجمی آب برابر است با:

$$R_V = 4 / 8 \frac{L}{s} = 4 / 8 \times 10^{-3} m^3 / s$$

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

$$4 / 8 \times 10^{-3} = (16 \times 10^{-4}) \times v \Rightarrow v = 3 m / s$$

۳۶۴-۲ با افزایش قطر مقطع لوله، آهنگ خروج آب و زمان پرشدن ظرف تغییر نمی‌کند.

$$R_{V_r} = R_{V_l} \Rightarrow \frac{V_{ظرف}}{t_r} = \frac{V_{ظرف}}{t_l} \Rightarrow t_r = t_l$$

$$v_r = v_l - \frac{36}{100} v_l = \frac{64}{100} v_l \Rightarrow \frac{v_l}{v_r} = \frac{100}{64}$$

$$R_{V_r} = R_{V_l} \Rightarrow A_r v_r = A_l v_l \Rightarrow \frac{A_r}{A_l} = \frac{v_l}{v_r}$$

$$\Rightarrow \frac{\pi r_r^2}{\pi r_l^2} = \frac{v_l}{v_r} \Rightarrow \left(\frac{r_r}{r_l}\right)^2 = \frac{v_l}{v_r}$$

$$\Rightarrow \left(\frac{d_r}{d_l}\right)^2 = \frac{v_l}{v_r} = \frac{100}{64} \Rightarrow \frac{d_r}{d_l} = \sqrt{\frac{100}{64}} = \frac{10}{8} = \frac{5}{4}$$

$$\frac{d_r - d_l}{d_l} = \frac{5 - 4}{4} \Rightarrow \frac{\Delta d}{d_l} = \frac{1}{4} \Rightarrow \frac{\Delta d}{d_l} \times 100 = 25\%$$

۳۶۵-۱ قطر رگ را در حالت عادی با d_1 و پس از گشادی رگ با d_r

$$d_r = d_1 + 0.2 d_1 = 1.2 d_1$$

نشان می‌دهیم:

با توجه به معادله پیوستگی داریم:

$$A_l v_l = A_r v_r \Rightarrow \frac{v_r}{v_l} = \frac{A_l}{A_r} = \frac{\pi r_l^2}{\pi r_r^2} = \left(\frac{r_l}{r_r}\right)^2$$

نسبت شعاع‌ها برابر نسبت قطر هاست؛ پس:

$$\frac{v_r}{v_l} = \left(\frac{d_l}{d_r}\right)^2 \Rightarrow \frac{v_r}{3/6} = \left(\frac{d_l}{1.2 d_l}\right)^2$$

$$\Rightarrow v_r = \frac{3/6}{1/44} = 2/5 m / s$$

۳۶۶-۲ قطر رگ اولیه را d_1 و قطر هر یک از رگ‌های انشعاب یافته را

d_r می‌نامیم و با توجه به معادله پیوستگی می‌نویسیم:

$$A_l v_l = A_r v_r \Rightarrow (\pi r_l^2) v_l = 2 \times (\pi r_r^2) v_r$$

$$(A_r = 2\pi r_r^2 \text{ مجموع مساحت رگ‌های کوچک‌تر است.})$$

$$\frac{v_r}{v_l} = \frac{r_l^2}{2r_r^2} \Rightarrow \frac{v_r}{10} = \frac{(1/2)^2}{2 \times (1)^2}$$

$$\Rightarrow v_r = \frac{10 \times 1/44}{2} = 7/2 m / s$$

۳۶۷-۲ طبق معادله پیوستگی آهنگ جریان آب در رودخانه برابر

مجموع آهنگ جریان آب در نه‌هاست:

$$R_{V_l} + R_{V_r} = R_V$$

$$R_{V_l} = A_l v_l = (1/5 \times 5) \times 2$$

$$= 15 m^3 / s$$

$$R_{V_r} = A_r v_r = (1 \times 4) \times 2/5$$

$$= 10 m^3 / s$$

$$R_V = R_{V_l} + R_{V_r} \Rightarrow Av = 15 + 10 \Rightarrow (2 \times 10) \times v = 25$$

$$\Rightarrow 20v = 25 \Rightarrow v = 1/25 m / s$$

۳۶۸-۴ مساحت مقطع لوله اصلی را با A_1 و مساحت مقطع هر

سوراخ گوی 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:

$$A_1 v_1 = (NA_2) v_2$$

$$(\pi r_1^2) v_1 = (N \pi r_2^2) v_2 \xrightarrow{(d=2r)} d_1^2 v_1 = (N d_2^2) v_2$$

$$\Rightarrow 2^2 \times 1/2 = (20 \times 0.1^2) v_2 \Rightarrow v_2 = 24 m / s$$

۳۶۹-۳ هر چه لوله باریک‌تر باشد، آب با سرعت بیشتری در آن

$$v_2 > v_1 > v_3$$

جریان دارد.

و هر چه تندی شاره بیشتر، فشار آن کمتر.

$$P_2 < P_1 < P_3$$

۳۷۰-۱ 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. معادله پیوستگی در مقایسه بین نقطه‌های A و B می‌گوید که آهنگ شارش آب

در این دو نقطه برابر است و:

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

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:

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

۳۷۱-۳ در شکل (الف)، فشار آب داخل شلنگ بیشتر از فشار جو است

و به همین دلیل، آب از داخل شلنگ به بیرون فوران می‌کند. در شکل (ب)

فشار آب داخل شلنگ بیشتر از فشار جو نیست و به همین دلیل، آب از

شلنگ خارج نمی‌شود. پس فشار آب در حالت (الف) بیشتر از فشار آب در

حالت (ب) است و طبق اصل برنولی تندی آب در شکل (ب) بیشتر از تندی

آب در شکل (الف) است.

(دبیر: چند وقت پیش شلنگ کولرمون سوراخ شده بود و قطره‌های آب

از اون خارج می‌شد. کولر رو روشن کردم تا آب در داخل شلنگ جریان

پیدا کنه. دیگر آب از شلنگ به بیرون درز پیدا نمی‌کرد! حتماً دلیشو الان

متوجه شدید!)

۳۷۲-۳ جریان مایع پیوسته است و مایع تراکم‌ناپذیر. در درس‌نامه

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

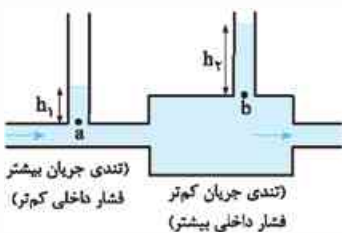
کاهش تندی جریان و افزایش

فشار داخلی مایع است. پس اگر

از اختلاف ارتفاع پایه لوله‌های

عمودی چشم‌پوشی کنیم، با

توجه به شکل بالا داریم:



$$P_a < P_b \Rightarrow P_0 + \rho g h_1 < P_0 + \rho g h_2$$

$$\Rightarrow \rho g h_1 < \rho g h_2 \Rightarrow h_1 < h_2$$



فشار هوای درون بالن ثابت است، فشار هوای درون بالن (که برابر فشار اولیه محیط است)، به طور موقت، از فشار هوای جریان اطرافش کمی بیشتر شده و بالن در اثر فشار و نیروی خالص رو به بیرون، موقتاً کمی منبسط می‌شود. 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 انحنای (هر چند کم) در بدنه 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 ضربه کوچک حس می‌شود و نمی‌تواند در شرایط معمولی، باعث برخورد دو اتوبوس به یکدیگر شود.

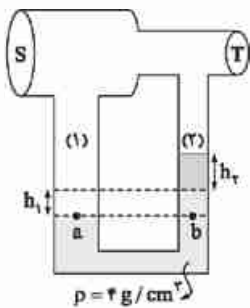
جریان مایع پیوسته است و خود مایع تراکم‌ناپذیر؛ تندی جریان در قسمت پهن‌تر لوله کاهش و فشار داخلی شاره افزایش می‌یابد؛ پس حباب هوا از منطقه کم‌فشار به منطقه پرفشار وارد می‌شود و طبق فرض تست (جمله اول)، حجم حباب در قسمت پهن‌تر لوله، کاهش می‌یابد. $\text{سطح مقطع } S \text{ بزرگ‌تر از سطح مقطع } T \text{ است:}$

$$A_S > A_T$$

پس تندی جریان هوا در بالای لوله (۱) کم‌تر از تندی جریان هوا در بالای لوله (۲) است:

$$v_2 > v_1$$

مطابق اصل برنولی، فشار هوا در شاخه (۱) بیشتر از فشار هوا در شاخه (۲) است:

$$P_1 > P_2 \Rightarrow P_1 - P_2 = 5 \times 10^3 \text{ Pa}$$


بنابراین، مطابق شکل روبه‌رو، مایع در شاخه (۱) پایین می‌رود و در شاخه (۲) بالا می‌آید. اگر حجم مایع جابه‌جاشده در شاخه (۱) را با V_1 و حجم مایع جابه‌جاشده در شاخه (۲) را با V_2 نشان دهیم، داریم:

$$\Rightarrow A_1 h_1 = A_2 h_2 \Rightarrow 2 A_2 h_1 = A_2 h_2 \Rightarrow h_2 = 2 h_1$$

$$P_a = P_b \Rightarrow P_1 = P_2 + \rho g(h_1 + h_2)$$

$$\Rightarrow P_1 - P_2 = (4 \times 10^3) \times 10 \times (h_1 + 2h_1)$$

$$\Rightarrow 5 \times 10^3 = 40 \times 10^3 \times 3h_1 \Rightarrow h_1 = \frac{1}{24} \text{ m} = \frac{100}{24} \text{ cm} = \frac{25}{6} \text{ cm}$$

$$h_2 = 2h_1 = 2 \times \frac{25}{6} = \frac{25}{3} \text{ cm}$$

۳-۳۸۱ یکایک جمله‌ها را بررسی می‌کنیم:

الف) نیروی هم‌چسبی بزرگ بین مولکول‌های آب باعث می‌شود توفان‌های شدید تعداد کمی از قطره‌ها را بتوانند از سطح آب جدا کنند.
ب) شیشه یک جامد آمورف (بی‌شکل) است که ساختار مولکولی نامنظمی دارد. دلیل شفافیت شیشه، خارج از برنامه کتاب درسی است (وابسته به ارتباط طول موج نور و ساختار اتم‌ها).

۳۷۳-۲ فشار هوا را در بالای ظرف (۱) با P_1 ، در بالای ظرف (۲) با P_2 و در بالای ظرف (۳) با P_3 نشان می‌دهیم.

$$R_V = A_1 v_1 = A_2 v_2 = A_3 v_3$$

$$A_1 > A_2 > A_3 \Rightarrow v_1 < v_2 < v_3$$

$$\text{اصل برنولی: } P_1 > P_2 > P_3$$

$$\begin{cases} P_0 - P_1 = \rho_1 gh \Rightarrow P_0 = P_1 + \rho_1 gh \\ P_0 - P_2 = \rho_2 gh \Rightarrow P_0 = P_2 + \rho_2 gh \\ P_0 - P_3 = \rho_3 gh \Rightarrow P_0 = P_3 + \rho_3 gh \end{cases}$$

$$\xrightarrow{(P_1 > P_2 > P_3)} \rho_1 < \rho_2 < \rho_3$$

۳۷۴-۱ همه گزینه‌ها را بررسی می‌کنیم:

۱) بالا رفتن آب در لوله‌های موئین به دلیل اثر موئینگی است، نه فشار هوا.

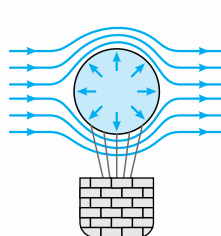
۲) اختلاف فشار هوای بیرون نی و هوای داخل آن باعث انتقال آب به داخل نی می‌شود.

۳) اختلاف فشار هوا در پایین و بالای بادکنک باعث حرکت آن به سمت بالا می‌شود.

۴) اختلاف فشار هوا در پایین و بالای بال‌ها باعث وارد شدن یک نیروی بالابر به هواپیما می‌شود.

۳۷۵-۴ نیروی خالص بالابر هواپیما در اثر ضربه‌های مولکول‌های هوا بر بال‌ها ایجاد می‌شود و هر چه فشار هوای محیط بیشتر باشد، تعداد برخورد های مولکولی و در نتیجه، نیروی خالص بالابر افزایش می‌یابد. در درس‌نامه 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 رابطه $F = (\Delta P)A$ ، 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 بلند کردن هواپیما سخت‌تر می‌کند که موضوع این تست نیست.

۳۷۶-۲ 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 رابطه $F = (\Delta P)A$ ، نیروی خالصی رو به بالا به برزنت وارد می‌کند که می‌تواند باعث باد کردن آن رو به بالا شود.



۳۷۷-۱ انحنای کروی بالن باعث

می‌شود که مقطع عبور جریان در اطراف بالن (بالا، پایین، چپ، راست و ...) باریک‌تر شود و طبق معادله پیوستگی ($A_1 v_1 = A_2 v_2$)، با کوچک‌تر شدن مقطع جریان ($A_2 < A_1$)، تندی هوا

در همه‌جای اطراف بالن افزایش می‌یابد ($v_2 > v_1$). طبق اصل برنولی، در مسیر حرکت شاره، با افزایش تندی شاره، فشار آن کاهش می‌یابد، یعنی دور تا دور بالن فشار هوا به هنگام عبور جریان کاهش می‌یابد و چون دما و



$$P_{\max} = \frac{W + W'}{bc} = \frac{W + W'}{\Delta \times 6} = \frac{W + W'}{30} \text{ N/cm}^2 \quad (\text{III})$$

$$(I), (III) \Rightarrow P_{\max} = \frac{W}{10} = \frac{W + W'}{30} \quad \text{خواسته تست:}$$

$$\Rightarrow \frac{W}{1} = \frac{W + W'}{3} \Rightarrow 3W = W + W' \Rightarrow W' = 2W$$

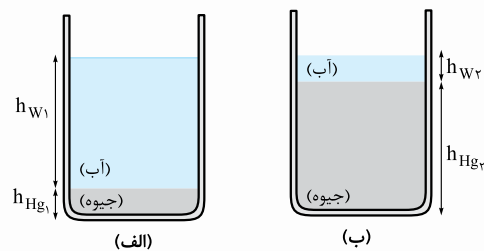
تجزیه و تحلیل: به کمک رابطه $P = \rho gh$ و تناسب $P \propto h$ ، می‌بینیم که

$$\text{ارتفاع جسم در وضعیت (الف) نسبت به وضعیت (ب)، } \frac{c}{a} = \frac{6}{2} = 3 \text{، برابر}$$

است؛ یعنی فشار جسم بر سطح افقی در وضعیت (الف)، ۳ برابر فشار در وضعیت (ب) است؛ پس اگر بخواهیم فشار در دو شکل (الف) و (ب) یکسان شود، ناچاریم از وزنه‌ای استفاده کنیم که فاصله $(3 - 1 = 2)$ برابر وزن W را جبران کند؛ یعنی $W' = 2W$ یا $W' = 3W - W$.

۳۸۵-۴ کمیت‌های وابسته به آب و جیوه را به ترتیب با زیروندهای

W و Hg نشان می‌دهیم و کمیت‌های شکل (الف) و (ب) را به ترتیب با زیروندهای ۱ و ۲ همراه می‌کنیم. در شکل (الف) و در SI:



$$P_1 = P_{Hg_1} + P_{W_1} = \rho_{Hg} g h_{Hg_1} + \rho_W g h_{W_1}$$

$$= 13/6 \times 10^3 \times 10 \times h + 1 \times 10^3 \times 10 \times 5h = (136 + 50)h \times 10^3$$

$$= 186 \times 10^3 h \text{ (Pa)} = 186h \text{ (kPa)}$$

در شکل (ب) و در SI:

$$P_2 = P_{Hg_2} + P_{W_2} = \rho_{Hg} g h_{Hg_2} + \rho_W g h_{W_2}$$

$$= 13/6 \times 10^3 \times 10 \times 5h + 1 \times 10^3 \times 10 \times h = (680 + 10)h \times 10^3$$

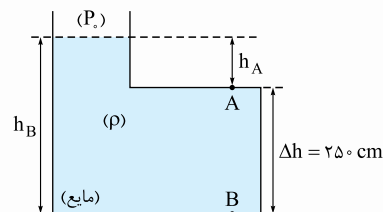
$$= 690 \times 10^3 h \text{ (Pa)} = 690h \text{ (kPa)}$$

به کمک فرض تست و با یکای کیلوپاسکال:

$$\Delta P = P_2 - P_1 = 126 \Rightarrow 690h - 186h = 126$$

$$\Rightarrow 504h = 126 \Rightarrow h = \frac{126}{504} = \frac{2 \times 9 \times 7}{2 \times 9 \times 28} = \frac{7}{28} = \frac{1}{4} \text{ m}$$

$$= 0/25 \text{ m} = 25 \text{ cm}$$



$$h_B = 25 \text{ cm} = 2/5 \text{ m}$$

$$h_A = h_B - \Delta h = 25 - 25 = 0 \text{ cm} = 1 \text{ m}$$

(حتماً توجه کردید که 150 cm در شکل صورت تست، داده اضافی است.)

$$P_A = P_0 + \rho g h_A \quad (I)$$

فشار کل در نقطه A:

$$P_{gB} = \rho g h_B \quad (II)$$

فشار پیمانه‌ای در نقطه B:

(پ) روغن مانند آب یک مایع تراکم‌ناپذیر است؛ یعنی با افزایش فشار خارجی بر آن (مثلاً درون یک استوانه و به کمک پیستون)، حجم و چگالی آن تغییر قابل توجهی نمی‌کند، حتی اگر این فشار بسیار زیاد باشد.

(ت) اگر پدیده پخش نبود، گاز حیاتی اکسیژن درون جو به شکل یکنواخت پخش نمی‌شد و به همه جا و همه موجودات زنده نمی‌رسید و حیات در بخش‌هایی از کره زمین به خطر می‌افتاد.

(ث) ماده تابان درون لامپ‌های مهتابی از حالت چهارم ماده یا پلاسما تشکیل شده‌اند.

پس ۳ عبارت (الف)، (ت) و (ث) درست و ۲ عبارت (ب) و (پ) نادرست می‌باشند.

۳۸۲-۳ هم‌چسبی مولکول‌های آب باعث می‌شود مولکول‌های آب بتوانند در کنار هم باریکه‌ای از آب را تشکیل بدهند. این باریکه با برخورد به حشره باعث سقوط آن می‌شود.

۳۸۳-۲ قطر لوله‌ها از مرتبه $1 \text{ mm} = 1000 \mu\text{m}$ بوده و لوله موئین به حساب می‌آیند. می‌دانیم که در لوله‌های موئین هر چه قطر لوله

کم‌تر باشد، ارتفاع آب درون لوله بالای سطح آزاد مایع ظرف بیشتر می‌شود و فرورفتگی سطح آزاد مایع لوله هم بیشتر می‌شود (تا این جای کار: (۱) - (۱) و رد دو گزینه آخر!) و اما وزن آب درون لوله چه‌طور؟ نیرویی که آب را در لوله موئین بالا می‌کشد، نیروی موئینگی یا دگرچسبی بین آب و شیشه است. اگر آب درون لوله را به شکل استوانه فرض کنید، نیروی موئینگی فقط

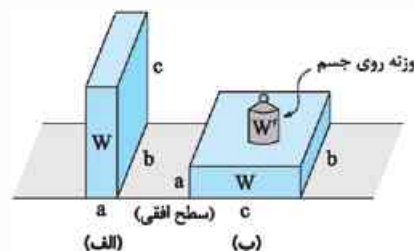
در لبه بالایی (محیط قاعده بالایی استوانه) رو به بالا اثر می‌کند (بلبل).

چون مولکول‌های آب و شیشه در دو لوله مشابه‌اند، هر چه محیط قاعده استوانه آب درون لوله بزرگ‌تر باشد (هر چه قطر لوله بزرگ‌تر باشد)، تماس بین مولکول‌های آب و شیشه و اندازه نیروی موئینگی بزرگ‌تر می‌شود و می‌تواند وزن استوانه آب بیشتری را درون لوله موئین تحمل کند؛ پس وزن آب درون لوله پهن‌تر (۲) که بالاتر از سطح آزاد آب ظرف می‌ایستد، بیشتر است (پس: (۱) - (۱) - (۲)).

۳۸۴-۲ در شکل و وضعیت (الف)، جسم روی کوچک‌ترین وجه خود

$(a \times b)$ بر سطح افقی قرار گرفته است. فشار در این حالت بیشینه بوده و:

$$P_{\max} = \frac{W}{ab} = \frac{W}{2 \times 5} = \frac{W}{10} \text{ N/cm}^2 \quad (I)$$



در وضعیت (ب) که شکل آن به تنهایی رسم نشده، جسم روی بزرگ‌ترین وجهش $(b \times c)$ بر زمین جای گرفته و فشار در این حالت و بدون وزنه W' کمینه می‌شود:

$$P_{\min} = \frac{W}{bc} = \frac{W}{5 \times 6} = \frac{W}{30} \text{ N/cm}^2 \quad (II)$$

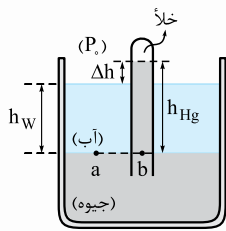
اما در شکل (ب)، وزنه W' را روی جسم در وضعیت (ب) قرار داده‌ایم و قرار است دوباره فشار، برابر با فشار در شکل (الف) یعنی $P_{\max}$ بشود؛ بنابراین در شکل (ب):



گام دوم: مکعب کوچک‌تر به جرم m را با زیروند (۱) نشان می‌دهیم. پس:

$$\rho_1 = \frac{m_1}{V_1} = \frac{(m_1=m)}{(V_1=a^3)} \rightarrow \rho_1 = \frac{m}{a^3} \Rightarrow 3/2 = \frac{400}{a^3}$$

$$\Rightarrow a^3 = \frac{400}{3/2} = \frac{4000}{32} = \frac{1000}{8} = 125 = 5^3 \Rightarrow a = 5 \text{ cm}$$



۳۹۳-۲ چون ابتدا لوله از جیوه پر شده، پس از برقراری تعادل در بالای لوله خلأ داریم. با توجه به شکل روبه‌رو:

$$P_a = P_b \Rightarrow P_a + P_W = P_{Hg} \quad (I)$$

(P_{Hg} فشار ناشی از h_{Hg} درون لوله است.)

فشار ناشی از آب در نقطه a (برحسب سانتی‌متر جیوه):

$$P_W \text{ (cmHg)} = \frac{\rho_W h_W}{\rho_{Hg}} = \frac{1 \times 68}{13/6} = 5 \text{ cmHg} \quad (II)$$

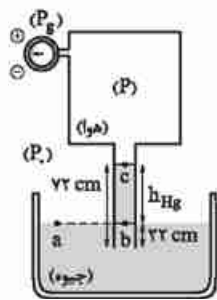
بنابراین:

$$(I) \xrightarrow{(II)} 76 + 5 = P_{Hg} \Rightarrow P_{Hg} = 81 \text{ cmHg}$$

$$\Rightarrow h_{Hg} = 81 \text{ cm} \quad (III)$$

و خواسته تست:

$$\Delta h = h_{Hg} - h_W \xrightarrow{(III)} \Delta h = 81 - 68 = 13 \text{ cm}$$



۳۹۴-۴ با توجه به شکل روبه‌رو، ارتفاع جیوه درون لوله که بالاتر از سطح آزاد جیوه ظرف قرار دارد (h_{Hg})، فشار P_{Hg} را در نقطه b ایجاد می‌کند و:

$$h_{Hg} = 72 - 22 = 50 \text{ cm}$$

$$P_a = P_b \Rightarrow P_a = P_c + P_{Hg} \xrightarrow{(P_c=P)} P_a = P + P_{Hg} \quad (I)$$

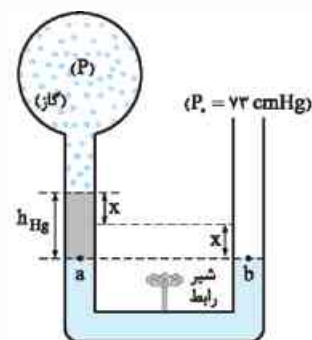
P فشار هوای داخل مخزن است ولی فشارسنج عقربه‌ای فشار پیمانه‌ای هوای درون مخزن (P_g) را نشان می‌دهد نه P را:

$$P_g = P - P_a \xrightarrow{(I)} P_g = P - (P + P_{Hg}) = P - P - P_{Hg} = -P_{Hg}$$

$$= -\rho_{Hg} g h_{Hg} = -(13/6 \times 10^3) \times 10 \times (50 \times 10^{-2})$$

$$= -68 \times 10^3 \text{ Pa} = -68 \text{ kPa}$$

توجه کنید که علامت منفی پاسخ، به دلیل کم‌تر بودن فشار هوای درون مخزن نسبت به فشار هوای محیط می‌باشد ($P < P_a \Rightarrow P_g < 0$).



۳۹۵-۳ گام اول: فشار گاز درون مخزن را برحسب سانتی‌متر جیوه به دست می‌آوریم. (توجه کنید چون حجم گاز درون شاخه چپ ناچیز است، حجم کل گاز (مخزن) تقریباً ثابت می‌ماند.)

$$P_{gA} = \rho_1 g h_A \Rightarrow 4800 = 1 \times 10^3 \times 10 \times h_A$$

$$\Rightarrow h_A = 0.48 \text{ m} = 48 \text{ cm}$$

$$h_1 = h_A + h' = 48 + 40 = 88 \text{ cm}$$

دو نقطه هم‌تراز C و D هر دو در آب و هم‌فشارند؛ بنابراین:

$$P_C = P_D \Rightarrow P_a + \rho_1 g h_1 = P_a + \rho_2 g h_2 \Rightarrow \rho_1 h_1 = \rho_2 h_2$$

$$\Rightarrow 1 \times 88 = 0.8 h_2 \Rightarrow h_2 = \frac{88}{0.8} = \frac{880}{8} = 110 \text{ cm}$$

با توجه دوباره به شکل:

$$h_2 = h_B + h' \Rightarrow 110 = h_B + 40 \Rightarrow h_B = 70 \text{ cm} = 0.7 \text{ m}$$

و خواسته تست:

$$P_B = P_a + P_{gB}$$

$$\xrightarrow{(P_a = 72 \text{ cmHg} \Rightarrow h_{Hg} = 72 \text{ cm})} P_B = \rho_{Hg} g h_{Hg} + \rho_2 g h_B$$

$$= (13/6 \times 10^3) \times 10 \times 0.72 + (0.8 \times 10^3) \times 10 \times 0.7$$

$$= 135 \times 720 + 800 \times 70 = 97200 + 56000 = 153200 \text{ Pa}$$

$$= 153.2 / 10 \text{ kPa}$$

به کمک رابطه $\Delta P_g = \Delta \rho g h'$ می‌توانیم زودتر به پاسخ تست برسیم:

$$P_B > P_A \Rightarrow \Delta P_g = P_{gB} - P_{gA} = (\rho_1 - \rho_2) g h'$$

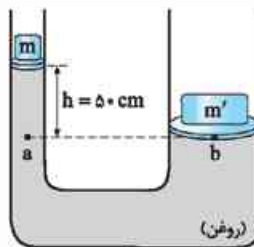
$$= [(1 - 0.8) \times 10^3] \times 10 \times 0.4 = 200 \times 4 = 800 \text{ Pa}$$

$$\Rightarrow P_{gB} = P_{gA} + 800 = 4800 + 800 = 5600 \text{ Pa}$$

$$P_B = P_a + P_{gB} = \rho_{Hg} g h_{Hg} + P_{gB}$$

$$= (13/6 \times 10^3) \times 10 \times 0.72 + 5600 = 97200 + 5600$$

$$= 102800 \text{ Pa} = 102.8 / 10 \text{ kPa}$$



۳۹۲-۱ گام اول: تراز

افقی گذرا از کف پیستون پایین‌تر را رسم می‌کنیم.

دو نقطه هم‌تراز a و b هر دو در روغن و هم‌فشارند. بنابراین:

$$P_a = P_b \Rightarrow P_a + \frac{F_1}{A_1} + \rho g h = P_a + \frac{F_2}{A_2}$$

$$\Rightarrow \frac{F_1}{A_1} + \rho g h = \frac{F_2}{A_2} \quad (I)$$

$$(I) \xrightarrow{(F_1=mg)} \frac{mg}{A_1} + \rho g h = \frac{m'g}{A_2}$$

$$\Rightarrow \frac{m}{A_1} + \rho h = \frac{m'}{A_2} \quad (II)$$

$$(II) \xrightarrow{(A_1=100 \times 10^{-4} = 0.01 \text{ m}^2)} \frac{m}{0.01} + (0.8 \times 10^3) \times (50 \times 10^{-2}) = \frac{m'}{0.01}$$

$$= \frac{110}{0.01} \Rightarrow 100m + 4000 = 110 \times 4 = 440 \Rightarrow 100m = 40$$

$$\Rightarrow m = \frac{40}{100} = \frac{400}{1000} \text{ kg} = 400 \text{ g}$$



و بالأخره نیروی وارد از طرف گاز مخزن به سقف آن:

$$P = \frac{F}{A} \Rightarrow F = P \cdot A \xrightarrow{(IV)} F = 122400 \times \frac{1}{16} = 7650 \text{ N}$$

۳۹۷-۴ نیروی شناوری وارد بر یک جسم، به چگالی مایع اطراف

جسم و حجم جسم بستگی دارد و به مقدار مایع اطراف جسم بستگی ندارد.

۳۹۸-۴ کمیت‌های مربوط به هر مکعب را با زیروند هم‌شماره با آن

نشان می‌دهیم و حجم حفره را با علامت پریم می‌آوریم. چگالی مایع را هم

ρ می‌گیریم. با توجه به شکل صورت تست، مکعب (۱) کاملاً درون مایع،

سر جای خودش مانده و در مایع غوطه‌ور است ($\rho_1 = \rho$)؛ مکعب (۲)

درون مایع ته‌نشین شده ($\rho_2 > \rho$) و مکعب (۳) در سطح مایع شناور

است ($\rho_3 < \rho$). بنابراین:

$$\rho_3 < \rho_1 < \rho_2 \quad (I)$$

مکعب‌ها هم‌اندازه‌اند؛ پس حجم ظاهری یکسانی دارند ولی جرم بخش توپر

آن‌ها، با این‌که هم‌جنس‌اند، متفاوت است و این ناشی از اختلاف حجم

بخش توپر آن‌هاست:

$$\rho = \frac{m}{V_{\text{ظاهری}}} \xrightarrow{(I)} m_3 < m_1 < m_2 \quad (I)$$

و اختلاف حجم بخش‌های توپر ناشی از اختلاف حجم حفره‌هاست:

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho_{\text{فلز}} V_{\text{فلز}} = \rho_{\text{فلز}} (V_{\text{ظاهری}} - V_{\text{حفره}})$$

$$\xrightarrow{(\rho_{\text{فلز}} = \text{ثابت})} m \propto (V - V_{\text{حفره}})$$

$$\xrightarrow{(V_{\text{حفره}} = V')} m \propto (V - V') \quad (II)$$

$$(I), (II) \Rightarrow (V - V'_3) < (V - V'_1) < (V - V'_2)$$

$$\Rightarrow -V'_3 < -V'_1 < -V'_2$$

$$\xrightarrow{(\text{ضرب در } -1)} V'_3 > V'_1 > V'_2 \quad (III)$$

با دقت در اعداد گزینه‌ها، می‌بینیم که فقط در گزینه آخر، رابطه (III)

برقرار است.

۳۹۹-۳ کمیت‌های مربوط به مقطع‌های کوچک‌تر و بزرگ‌تر لوله را به

ترتیب با زیروندهای (۱) و (۲) نشان می‌دهیم.

$$r_2 = 3r_1 \Rightarrow \frac{r_2}{r_1} = 3$$

با توجه به داده‌های تست:

$$\xrightarrow{(A = \pi r^2)} \frac{A_2}{A_1} = \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2 = 3^2 \Rightarrow \frac{A_2}{A_1} = 9 \quad (I)$$

$$R_V = A_1 v_1 = A_2 v_2 \Rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \frac{A_2}{A_1}$$

معادله پیوستگی و:

$$\xrightarrow{(I)} \frac{v_1}{v_2} = 9 \Rightarrow v_1 = 9v_2 \quad (II)$$

$$|\Delta v| = 40 \text{ cm/s} \xrightarrow{(v_1 > v_2)} v_1 - v_2 = 40$$

فرض تست:

$$\xrightarrow{(II)} 9v_2 - v_2 = 40 \Rightarrow 8v_2 = 40 \Rightarrow v_2 = 5 \text{ cm/s}$$

$$\xrightarrow{(II)} v_1 = 9 \times 5 = 45 \text{ cm/s} \quad (III)$$

و خواسته تست:

$$R_V = A_1 v_1 \quad (R_V = \frac{9\pi L}{\lambda} \text{ s} = \frac{9000\pi}{\lambda} \text{ cm}^2/\text{s})$$

$$\xrightarrow{(A_1 = \pi r_1^2), (III)} \frac{9000\pi}{\lambda} = \pi r_1^2 \times 45$$

$$\Rightarrow r_1^2 = \frac{200}{\lambda} = 25 \Rightarrow r_1 = 5 \text{ cm}$$

$$P = \rho gh \Rightarrow 88400 = 13/6 \times 10^3 \times 1 \times h$$

$$\Rightarrow h = \frac{88400}{1360 \times 10^3} = 65 \times 10^{-2} \text{ m} = 65 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow P = 65 \text{ cmHg} \quad (I)$$

گام دوم: چون فشار گاز مخزن کم‌تر از فشار هوای محیط است، مطابق

شکل، پس از بازکردن شیر رابط، سطح جیوه در شاخه راست به اندازه x

پایین می‌آید و در شاخه چپ به همین اندازه بالا می‌رود (دلیل این

هم‌اندازه‌بودن، ثابت‌بودن حجم جیوه و هم‌قطربودن دو شاخه لوله است).

توجه به شکل و این‌که P_{Hg} فشار ستون جیوه به طول h_{Hg} است:

$$P_a = P_b \Rightarrow P + P_{\text{Hg}} = P_0$$

$$\xrightarrow{(I)} 65 + P_{\text{Hg}} = 73$$

$$\Rightarrow P_{\text{Hg}} = 73 - 65 = 8 \text{ cmHg} \Rightarrow h_{\text{Hg}} = 8 \text{ cm} \quad (II)$$

و با دقت به شکل:

$$h_{\text{Hg}} = x + x = 2x \xrightarrow{(II)} 8 = 2x \Rightarrow x = 4 \text{ cm}$$

پس سطح جیوه پس از بازکردن شیر رابط، 4 cm در شاخه سمت راست

پایین می‌آید و 4 cm در شاخه سمت چپ بالا می‌رود تا اختلاف ارتفاع

8 cm در دو شاخه ایجاد شود.

۳۹۶-۱ گام اول:

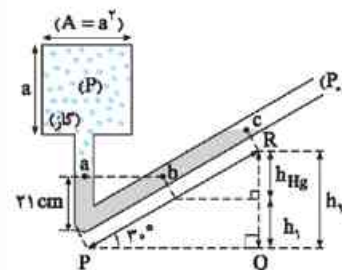
در شکل روبه‌رو و در

مثلث قائم‌الزاویه PQR،

$RQ = h_r$ ضلع روبه‌رو به

$\hat{P} = 30^\circ$ بوده و نصف

وتر $PR = 70 \text{ cm}$ است:



$$h_r = \frac{PR}{2} = \frac{70}{2} = 35 \text{ cm} \quad (I)$$

از طرف دیگر دو نقطه a و b هر دو در جیوه و هم‌تراز بوده، پس هم‌فشارند:

$$P_a = P_b \Rightarrow P = P_0 + P_{\text{Hg}} \quad (II)$$

در رابطه (II)، P فشار گاز مخزن، P_0 فشار هوای محیط و P_{Hg} فشار

ناشی از جیوه در شاخه راست لوله و بالای تراز افقی گذرا از b است که

ناشی از اختلاف ارتفاع ترازهای b و c می‌باشد. این اختلاف تراز را با h_{Hg}

نشان می‌دهیم که تصویر قائم فاصله bc نیز هستند. با دقت به شکل:

$$h_{\text{Hg}} = h_r - h_1 \xrightarrow{(I)} h_{\text{Hg}} = 35 - 21 = 14 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow P_{\text{Hg}} = 14 \text{ cmHg} \quad (III)$$

$$(II) \xrightarrow{(P_0 = 76 \text{ cmHg})} P = 76 + 14 = 90 \text{ cmHg}$$

$$\Rightarrow P = \rho_{\text{Hg}} gh = (13/6 \times 10^3) \times 1 \times (90 \times 10^{-2})$$

$$= 13600 \times 9 = 122400 \text{ Pa} \quad (IV)$$

گام دوم: مساحت سقف مخزن مکعب شکل به ضلع a که طبعاً یک مربع

به ضلع a است:

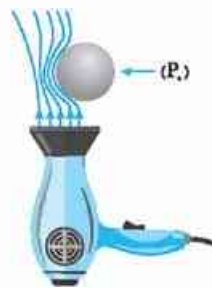
$$a = 25 \text{ cm} = 0.25 \text{ m} = \frac{1}{4} \text{ m}$$

$$\Rightarrow A = a^2 = \left(\frac{1}{4}\right)^2 = \frac{1}{16} \text{ m}^2 \quad (IV)$$



توجه کنید که چون R_V بر حسب cm^2/s و تندی بر حسب cm/s جای گذاری شدند، مساحت بر حسب cm^2 محاسبه می شود و شعاع بر حسب cm به دست می آید.

۴۰۰-۴ در شکل صورت تست، مرکز توپ نه در راستای افقی و نه در راستای قائم جابه جا نمی شود (یا جابه جایی آن ناچیز است). پس برابری نیروهای وارد بر آن در این دو راستا صفر است.



مکان عمودی توپ بستگی به اختلاف فشار بالا و پایین توپ و وزن توپ دارد که موضوع این تست نیست و در **۲** مطرح شده است. اما در راستای افقی چه طور؟ فرض کنید مانند شکل روبه رو، توپ کمی به بیرون از مسیر جریان هوای دمنده (مثلاً به سمت راست) منحرف شود.

در این جا انحنای سطح چپ توپ که هنوز درون مسیر جریان هواست، شبیه بال هواپیما باعث انحنای جانبی خطوط جریان شده و تندی جریان هوا در سمت چپ توپ افزایش می یابد. مطابق اصل برنولی، این موضوع باعث کاهش فشار نسبی هوا در سمت چپ توپ می شود. در نتیجه فشار هوای محیط (P_2) در سمت راست توپ بیشتر از فشار هوا در سمت چپ آن می شود و یک نیروی خالص افقی و رو به چپ، توپ را به مسیر جریان هوای دمنده برمی گرداند.

۴۰۱-۲ در صورت تست گفته شده که انرژی جنبشی ۹ برابر می شود؛ بنابراین با توجه به ثابت ماندن جرم متحرک، داریم:

$$\frac{K_2}{K_1} = \left(\frac{v_2}{v_1}\right)^2, \quad v_2 = v_1 + 10 \Rightarrow \frac{K_2}{K_1} = \left(\frac{v_1 + 10}{v_1}\right)^2 = 9$$

$$\Rightarrow \frac{v_1 + 10}{v_1} = \pm 3 \Rightarrow \begin{cases} v_1 = 5 \text{ m/s} \checkmark \\ v_1 = -2/5 \text{ m/s} \times \text{تندی منفی نمی شه!} \end{cases}$$

۴۰۲-۲ $\Delta K_1 = \frac{1}{2} m(v_2^2 - v_1^2) = \frac{1}{2} m(10^2 - 5^2) = \frac{375}{2} \text{ m}$

$\Delta K_2 = \frac{1}{2} m(v_2^2 - v_1^2) = \frac{1}{2} m(15^2 - 10^2) = \frac{125}{2} \text{ m}$

$\Delta K_2 > \Delta K_1$ در نتیجه:

۴۰۳-۳ تندی گلوله از $v_1 = 20 \text{ m/s}$ به $v_2 = 22 \text{ m/s}$ رسیده و جرم آن ثابت است. بنابراین:

$$K = \frac{1}{2} mv^2 \xrightarrow{(m: \text{ثابت})} \frac{K_2}{K_1} = \left(\frac{v_2}{v_1}\right)^2 = \left(\frac{22}{20}\right)^2$$

$$= \left(\frac{11}{10}\right)^2 = \frac{121}{100} = 1/21$$

درصد خواسته شده:

$$\frac{\Delta K}{K_1} = \frac{K_2 - K_1}{K_1} = \frac{K_2}{K_1} - 1 = 1/21 - 1 = 0/21$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta K}{K_1} \times 100 = 21$$

علامت مثبت پاسخ هم افزایش انرژی جنبشی ناشی از افزایش تندی گلوله را نشان می دهد.

۴۰۴-۱ جرم کل هواپیما و محموله آن در حالت اول ۲۵ تن و در حالت دوم پس از رها کردن محموله، ۱۶ تن است. چون می خواهیم انرژی جنبشی هواپیما در دو حالت با یکدیگر برابر باشد، داریم:

$$K_1 = K_2 \Rightarrow \frac{1}{2} m_1 v_1^2 = \frac{1}{2} m_2 v_2^2$$

$$\Rightarrow \frac{v_2^2}{v_1^2} = \frac{m_1}{m_2} \Rightarrow \left(\frac{v_2}{v_1}\right)^2 = \frac{25}{16}$$

$$\Rightarrow \left(\frac{v_2}{v_1}\right)^2 = \frac{25}{16} \Rightarrow \frac{v_2}{v_1} = \frac{5}{4} = 1/25 \Rightarrow v_2 = 1/25 v_1$$

در نتیجه درصد افزایش تندی هواپیما باید برابر با مقدار زیر باشد:

$$a = \frac{v_2 - v_1}{v_1} \times 100 = \frac{1/25 v_1 - v_1}{v_1} \times 100$$

$$a = \frac{0/25 v_1}{v_1} \times 100 = 0/25 \times 100 = 25$$

۴۰۵-۴ **گام اول:** با توجه به اطلاعات داده شده در مسئله، تندی قایق A را بر حسب تندی قایق B به دست می آوریم:

$$K_A = \frac{1}{2} K_B \Rightarrow \frac{1}{2} m_A v_A^2 = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{2} m_B v_B^2\right)$$

$$\xrightarrow{(m_B = \Delta m_A)} \frac{1}{2} m_A v_A^2 = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{2} \times \Delta m_A v_B^2\right)$$

$$\Rightarrow v_A^2 = \frac{1}{2} v_B^2 \quad (I)$$

گام دوم: برای این که انرژی جنبشی دو قایق برابر شود، بدیهی است که یا باید قایق A انرژی جنبشی خود را افزایش دهد یا باید قایق B انرژی جنبشی خود را کاهش دهد:

(الف) اگر قایق A تندی خود را از v_A به v'_A افزایش دهد:

$$K'_A = K_B \Rightarrow \frac{1}{2} m_A (v'_A)^2 = \frac{1}{2} m_B v_B^2$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} m_A (v'_A)^2 = \frac{1}{2} (\Delta m_A) v_B^2$$

$$\Rightarrow (v'_A)^2 = \Delta v_B^2 \xrightarrow{(I)} (v'_A)^2 = 5 \times \left(\frac{1}{2} v_A^2\right) = 3 v_A^2$$

$$\Rightarrow v'_A = \sqrt{3} v_A$$

(ب) اگر قایق B تندی خود را از v_B به v'_B کاهش دهد:

$$K_A = K'_B \Rightarrow \frac{1}{2} m_A v_A^2 = \frac{1}{2} m_B (v'_B)^2$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} m_A v_A^2 = \frac{1}{2} (\Delta m_A) (v'_B)^2$$

$$\Rightarrow v_A^2 = \Delta (v'_B)^2 \xrightarrow{(I)} \frac{5}{3} v_B^2 = 5 (v'_B)^2$$

$$\Rightarrow (v'_B)^2 = \frac{v_B^2}{3} \Rightarrow v'_B = \frac{v_B}{\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{3} v_B$$

توجه از روش های دیگر کاهش انرژی جنبشی قایق B، تخلیه بخشی از بار آن است که چون در گزینه ها به آن اشاره نشده است، محاسبات مربوط به آن را انجام نداده ایم.

تمرین: نشان دهید اگر $\frac{2}{3}$ از بار قایق B تخلیه شود، انرژی جنبشی دو قایق با یکدیگر برابر می شود.

۴۰۶-۳ اگر انرژی جنبشی را پس از افزایش تندی، K_2 و پس از کاهش تندی، K_1 در نظر بگیریم.