

۱

سوال ۱ گزینه درست: ۳

گزینه «۳»

الف) درست - ماده علاوه بر سه حالت جامد، مایع و گاز، حالت چهارمی به نام پلاسما دارد که اغلب در دماهای خیلی بالا به وجود می‌آید.

ب) درست - بنا به تعریف جامد بی‌شکل، شیشه یک جامد بی‌شکل است؛ زیرا در هنگام سرد شدن سریع شیشه، ذرات آن فرصت کافی ندارند تا در طرحی منظم، مرتب شوند. بنابراین در طرح نامنظمی که در حالت مایع داشتند، باقی می‌مانند.

پ) نادرست - مولکول‌های مایع نظم و تقارن جامدهای بلورین را ندارند و به صورت نامنظم و نزدیک به یکدیگر قرار گرفته‌اند.

ت) درست - فاصله میانگین مولکول‌های گاز در مقایسه با اندازه آن‌ها، خیلی بیشتر است. مثلاً اندازه مولکول‌های هوا بین ۱ تا ۳ آنگستروم است، در حالی که فاصله میانگین آن‌ها در شرایط معمولی در حدود ۳۵ آنگستروم است. بنابراین، تعداد ۳ عبارت درست است.

۲

سوال ۲ گزینه درست: ۳

گزینه «۳»

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) ظرفیت گرمایی برخلاف گرمای ویژه به جرم وابسته ماده است.

۲) ذره‌های سازنده یک ماده در سه حالت فیزیکی پیوسته در جنب‌وجوش هستند اما میزان جنبش ذره‌ها متفاوت از یکدیگر است، به‌طوری که جنبش‌های نامنظم ذره‌ها در حالت گاز شدیدتر از مایع و آن هم شدیدتر از حالت جامد است.

۴) در ساختار مولکول‌های روغن، پیوندهای دوگانه بیشتری نسبت به ساختار مولکول‌های چربی وجود داشته و واکنش‌پذیری بیشتری دارد.

۳

سوال ۳ گزینه درست: ۲

گزینه «۲»

اکسید آلومینیم در ابعاد بزرگتر از نانو، عایق الکتریکی است، اما در ابعاد نانو، مانند رسانای الکتریکی عمل می‌کند.

۴

سوال ۴ گزینه درست: ۴

بررسی عبارت‌های نادرست:

الف) فاصله ذرات سازنده مایع و جامد، تقریباً یکسان و در حدود یک آنگستروم است.

ج) تغییر رنگ آب در اثر اضافه شدن کمی جوهر به آب، به حرکت مولکول‌های آب مربوط می‌شود. در واقع به دلیل حرکت‌های نامنظم و کاتوره‌ای مولکول‌های آب و برخورد آن‌ها با ذرات سازنده جوهر، این گونه مواد در آب پخش می‌شوند.

د) در شرایط معمولی، فاصله میانگین مولکول‌های هوا در حدود ۳۵ آنگستروم است.

۵

سوال ۵ گزینه درست: ۲

گزینه «۲»

موارد «الف» و «ت» صحیح هستند.

بررسی موارد نادرست:

ب: حالت یک ماده به چگونگی حرکت ذره‌های سازنده آن و اندازه نیروی بین آنها بستگی دارد.

پ: در مایع‌ها و گازها پدیده پخش رخ می‌دهد.

۶

گزینه درست: ۳

سوال ۶

گزینه «۳»

اتم‌های برخی از جامدها در طرح‌های منظمی کنار هم قرار می‌گیرند. جامدهایی را که در یک الگوی سه‌بعدی تکرارشونده از این واحدهای منظم ساخته می‌شوند جامد بلورین می‌نامیم. فلزها، نمک‌ها، الماس، یخ و بیشتر مواد معدنی جزو جامدهای بلورین‌اند.

ذرات سازنده جامدهای بی‌شکل (آمورف) برخلاف جامدهای بلورین، در طرح‌های منظمی کنار هم قرار ندارند. وقتی مایعی به سرعت سرد شود معمولاً جامد بی‌شکل به‌وجود می‌آید. شیشه، مثالی از یک جامد بی‌شکل است. بنابراین گزینه «۳» صحیح است.

۷

گزینه درست: ۳

سوال ۷

گزینه «۳»

از بین موارد داده شده؛ مورد‌های (آ) و (ب) درست و مورد (پ) نادرست است. دقت کنید، با افزایش سطح مایع، تعداد مولکول‌هایی که در سطح مایع قرار دارند بیش‌تر می‌شود و آهنگ تبخیر سطحی افزایش می‌یابد. همچنین، افزایش فشار بر سطح مایع باعث می‌شود مولکول‌ها به سهولت از سطح مایع جدا نشوند، در نتیجه تبخیر سطحی کندتر انجام می‌گیرد.

۸

گزینه درست: ۱

سوال ۸

عبارت «الف» نادرست است. زیرا ذرات دود در درون یک ظرف در یک مسیر زیگزاگی حرکت می‌کنند. سایر عبارتها درست‌اند. بنابراین تنها یک عبارت نادرست می‌باشد.



۹

گزینه درست: ۲

سوال ۹

شکل، ظرفی شیشه‌ای محتوی ذرات دود را نشان می‌دهد که پرتوهای نور به آن می‌تابد. اگر با میکروسکوپ، درون ظرف محتوی دود را مشاهده کنیم، دیده می‌شود که ذره‌های دود به‌طور نامنظم و درهم و برهم و در یک مسیر زیگزاگی حرکت می‌کنند. این حرکت نامنظم و کاتوره‌ای ذرات دود را حرکت براونی می‌نامند. مشاهده بیشتر توسط میکروسکوپ نشان می‌دهد که ذره‌های دود برخوردهای اندکی با یکدیگر دارند و بنابراین می‌توان نتیجه گرفت باید ذرات دیگری که قابل مشاهده نیستند با آنها برخورد کرده و مسیر حرکت آنها را تغییر داده باشند. این ذره‌های مشاهده‌ناپذیر، همان مولکول‌های هوا هستند. حرکت زیگزاگی و نامنظم ذره‌های دود نشانگر این است که مولکول‌های هوا به‌صورت کاتوره‌ای و نامنظم در حرکت‌اند. بنابراین فقط مورد «ب» نادرست است.

۱۰

گزینه درست: ۱

سوال ۱۰

آلومینیم یکی از رساناهای بسیار خوب جریان الکتریکی است. آلومینیم اکسید، عایق بسیار خوبی است و رسانای الکتریسیته نیست. اما وقتی ضخامت آن از مرتبه نانومتر باشد، ویژگی‌های الکتریکی اکسید آلومینیم تغییر می‌کند و به یک رسانا تبدیل می‌شود. بنابراین گزینه «۱» صحیح است.

۱۱



سوال ۱۱ گزینه درست: ۳

نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های آب سبب می‌شود تا ماهی بتواند از آن به عنوان وسیله‌ای جهت شکار استفاده کند.

۱۲

سوال ۱۲ گزینه درست: ۴

ذرات جسم جامد به سبب نیروهای الکتریکی که به یکدیگر وارد می‌کنند در کنار یکدیگر می‌مانند. این ذرات در مکان‌های معینی نسبت به یکدیگر قرار دارند و در اطراف این مکان‌ها نوسان‌های بسیار کوچکی دارند. سایر گزینه‌ها صحیح هستند.

۱۳

سوال ۱۳ گزینه درست: ۳

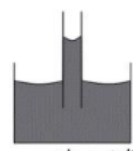
ذرات جسم جامد به سبب نیروهای الکتریکی که به یکدیگر وارد می‌کنند در کنار یکدیگر می‌مانند. همچنین ذرات سازنده‌ی جامدهای بی‌شکل (آمورف) بر خلاف جامدهای بلورین، در طرح‌های منظمی کنار هم قرار ندارند. شیشه مثالی از یک جامد بی‌شکل است.

۱۴

سوال ۱۴ گزینه درست: ۴

در جامدهای بی‌شکل مانند شیشه، مولکول‌ها در طرح منظمی کنار هم قرار ندارند. بعضی از این جامدها از سرد کردن سریع مایع به‌دست می‌آیند و طی این فرایند چون مولکول‌ها فرصت کافی برای قرار گرفتن در طرحی منظم را ندارند، در وضعیت نامنظمی که در حالت مایع داشتند، باقی می‌مانند.

۱۵



سوال ۱۵ گزینه درست: ۱

گزینه «۱»

به بررسی تک‌تک موارد می‌پردازیم:

الف) هرچه لوله را بیشتر در ظرف فرو می‌بریم، ارتفاع مایع درون لوله تغییری نمی‌کند، چون مقدار نیروی هم‌چسبی و نیروی دگرچسبی تغییری نمی‌کند.

ب) اگر به آب موجود در ظرف ناخالصی مانند نمک اضافه کنیم، نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های مایع و نیروی دگرچسبی کاهش می‌یابد و همچنین چگالی مایع افزایش می‌یابد، لذا ارتفاع ستون مایع به دلیل کاهش نیروی دگرچسبی و افزایش چگالی مایع، کاهش می‌یابد.

پ) اگر این آزمایش را در سطح کره ماه انجام دهیم، چون اندازه نیروی دگرچسبی و هم‌چسبی تغییری نمی‌کند، لذا نیروی دگرچسبی که برابر وزن ستون آب داخل لوله است با کاهش نیروی گرانشی در سطح کره ماه کاهش می‌یابد باید جرم مایع داخل لوله افزایش یابد تا با نیروی دگرچسبی برابری کند. لذا ارتفاع مایع درون لوله افزایش می‌یابد.

ت) افزایش دمای مایع باعث کاهش نیروهای بین مولکولی مانند نیروی هم‌چسبی و نیروی دگرچسبی می‌شود لذا با کاهش نیروی دگرچسبی نیز ارتفاع مایع درون لوله نیز کاهش می‌یابد.

گزینه «۳»

با توجه به این که قطره‌ها بر روی سطح شیشه پخش شده و سطح شیشه را تر کرده است، نتیجه می‌گیریم که نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های این مایع کمتر از نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های مایع با شیشه است؛ بنابراین اگر لوله موئینی را در داخل ظرفی دارای این مایع قرار دهیم، سطح مایع در لوله از سطح آزاد مایع در ظرف بالاتر خواهد بود و با افزایش قطر داخلی لوله موئین، سطح مایع پایین‌تر از حالت قبل قرار می‌گیرد.

۱۷

گزینه «۱»

آ) درست - نیروی کشش سطحی به دلیل نیروی ربایش بین مولکول‌های سطح مایع است و همین نیرو سبب قطره شدن آب می‌شود.

ب) نادرست - پدیده پخش علاوه بر گازها در مایع‌ها هم مشاهده می‌شود.

پ) نادرست - نیروی دگرچسبی نیروی بین مولکول‌های دو ماده از جنس مختلف است و از نوع نیروی جاذبه می‌باشد.

ت) نادرست - سطح جیوه در لوله موئین برآمده است و ارتفاع جیوه درون لوله، پایین‌تر از سطح جیوه درون ظرف قرار دارد. بنابراین، تعداد ۱ عبارت درست است.

۱۸



گزینه «۱»

با افزایش دما، نیروی هم‌چسبی مولکول‌های مایع کاهش می‌یابد و در شکل (الف) که قطره‌های روغن قطر بیش‌تری دارند دما پایین‌تر است.

۱۹

گزینه «۳»

به بررسی موارد نادرست می‌پردازیم:

ب) دلیل پخش ذرات جوهر در آب، حرکت‌های کاتوره‌ای مولکول‌های آب است.

ت) افزایش دما سبب کاهش نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های مایع می‌شود.

دقت کنید که مورد (ث) درست است؛ زیرا نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های مایع و لوله موئین، مقدار ثابتی است و برای غلبه بر این نیرو، حجم ثابتی از مایع باید اثر آن را خنثی کند که این حجم ثابت با کاهش قطر لوله موئین، باعث افزایش ارتفاع مایع در آن خواهد شد.

۲۰

گزینه «۳»

با توجه به اینکه سطح ظرف شیشه‌ای و سطح داخلی لوله موئین روغن اندود شده است، می‌دانیم نیروی دگرچسبی بین آب و روغن کمتر از نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های آب است. لذا در این‌جا آب شبیه جیوه رفتار می‌کند، بنابراین درون لوله موئین و در کناره‌های ظرف، آب به صورت برآمده (محدب) قرار می‌گیرد. (رد گزینه‌های ۱ و ۴) ولی در سطح بیرونی لوله موئین به دلیل اینکه نیروی دگرچسبی بین آب و شیشه از نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های آب بیشتر است، آب به صورت فرو رفته (مقعر) قرار می‌گیرد. (رد گزینه ۲) بنابراین گزینه «۳» صحیح است.

(۲۱)

سوال ۲۱

گزینه درست: ۳

با افزایش قطر داخلی لوله مویین، ارتفاع ستون جیوه در داخل آن افزایش می‌یابد و به سطح جیوه در داخل ظرف نزدیک‌تر می‌شود.

بررسی گزینه‌های نادرست:

گزینه «۱»: افزایش دما موجب کاهش نیروی هم‌چسبی شده و کاهش نیروی کشش سطحی را در پی خواهد داشت.

گزینه «۲»: با افزایش طول لوله مویین، ارتفاع ستون آب بالا رفته از آن تغییری نمی‌کند.

گزینه «۴»: در فواصل کم، با افزایش فاصله بین مولکولی، بزرگی نیروی جاذبه بازگرداننده افزایش می‌یابد. اما به دلیل کوتاه‌برد بودن این نیروها، در فواصل دور بزرگی آن‌ها بسیار کوچک و عملاً صفر است.

(۲۲)

سوال ۲۲

گزینه درست: ۳

کشش سطحی ناشی از نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌ها در سطح مایع است. نیروهای بین مولکولی نیز ماهیت الکتریکی دارند.

(۲۳)

سوال ۲۳

گزینه درست: ۲

گزینه «۲»

با دوداندود کردن سطح داخلی لوله مویین شیشه‌ای، نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های آب، بیشتر از نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های دود و آب می‌شود. بنابراین سطح آب برآمده شده و پایین‌تر از سطح آب درون ظرف قرار می‌گیرد.

(۲۴)

سوال ۲۴

گزینه درست: ۴

گزینه «۴»

چرب کردن سطح داخلی لوله مویین باعث می‌شود که نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های آب و سطح داخلی لوله از نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های آب کمتر شود و سطح آب درون لوله مویین پایین‌تر از سطح آب ظرف و به صورت برآمده باشد (مثل جیوه). اما در جداره بیرونی لوله مویین نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های آب و جداره خارجی لوله مویین از نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های آب بیشتر است و بنابراین آب کمی از جداره خارجی لوله مویین بالا می‌رود. بنابراین پاسخ صحیح گزینه «۴» است.

(۲۵)

سوال ۲۵

گزینه درست: ۳

تغییر فشار محیط در ارتفاع آب و جیوه در لوله‌ی مویین بی‌تأثیر است. هنگامی‌که فشار محیط افزایش می‌یابد، این افزایش فشار برای مایع ظرف و مایع درون لوله‌ی مویین به یک اندازه است. بنابراین عملاً اختلاف فشاری نسبت به حالتی که ظروف در محیط با فشار کمتر بودند ایجاد نمی‌شود. پس تغییر فشار محیط در میزان ارتفاع آب و جیوه در لوله‌ی مویین بی‌تأثیر است.

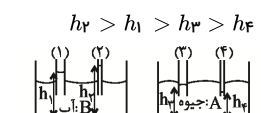
(۲۶)

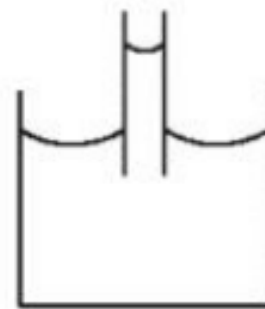


سوال ۲۶

گزینه درست: ۳

چون در مایع A نیروی هم‌چسبی بزرگ‌تر از نیروی چسبندگی (دگرچسبی) بین مولکول‌های مایع و مولکول‌های شیشه است، به همین دلیل، می‌توانیم مایع A را جیوه فرض کنیم و به همین ترتیب مایع B را آب فرض کنیم. هرچه قطر لوله‌ی مویین باریک‌تر باشد، سطح آزاد مایع در آب بالاتر و در جیوه پایین‌تر قرار می‌گیرد. بنابراین خواهیم داشت:





سوال ۲۷ گزینه درست: ۳

بالا آمدن سطح مایع در لوله‌ی موئین به عمق فرو رفتن لوله در مایع ظرف بستگی ندارد و به جنس مایع، جنس لوله و قطر لوله بستگی دارد.

تشریح گزینه‌های دیگر:

گزینه‌ی «۱»: مایع داخل ظرف جیوه نیست زیرا نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های جیوه از نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های جیوه و شیشه بیشتر است و در نتیجه سطح جیوه داخل لوله پایین تر از سطح جیوه و به صورت برآمده ظرف قرار می‌گیرد.

گزینه‌ی «۲»: اگر قطر لوله کمتر شود، ارتفاع مایع در آن افزایش می‌یابد.

گزینه‌ی «۴»: نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های مایع از نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های مایع و شیشه کمتر است.

۲۸

سوال ۲۸ گزینه درست: ۱

موارد الف، ب و پ نادرست هستند و صورت صحیح آن‌ها به صورت زیر می‌باشد:
الف) نیروهای بین مولکولی کوتاه‌برد می‌باشند یعنی وقتی فاصله‌ی بین مولکول‌ها چند برابر فاصله‌ی بین مولکولی شود، نیروهای بین مولکولی بسیار کوچک و عملاً صفر خواهند شد.

ب) قطره‌ی جیوه بر روی ظرف شیشه‌ای به صورت کروی درمی‌آید زیرا نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های جیوه از نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های جیوه و شیشه بیش‌تر است.

پ) قطره‌هایی که آزادانه سقوط می‌کنند تقریباً کروی‌اند که به دلیل کشش سطحی می‌باشد.

۲۹

سوال ۲۹ گزینه درست: ۳

- فاصله‌ی مولکول‌ها در حالت جامد مانند فاصله‌ی آن‌ها در حالت مایع است.

- پدیده‌ی پخش در مایعات نیز وجود دارد. برای مثال وقتی یک جوهر را داخل آب می‌ریزیم به دلیل پدیده‌ی پخش، مولکول‌های جوهر در سراسر آب پخش می‌شوند.

- شیشه یک جامد بی‌شکل است که مولکول‌های آن در طرح منظمی کنار هم قرار ندارند.

- نیرویی که مولکول‌های یک مایع را در یک قطره کنار هم متصل نگه می‌دارد، نیروی چسبندگی است. نیروی چسبندگی سطحی در تماس بین دو ماده‌ی مختلف با یکدیگر به وجود می‌آید.

۳۰

سوال ۳۰ گزینه درست: ۲

گزینه‌های «۱»، «۳» و «۴» از اثرات نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌ها بوده و هر سه گزینه جلوه‌هایی از کشش سطحی هستند. گزینه‌ی «۲» به اثر نیروی دگرچسبی بین جیوه و شیشه و کوچک‌تر بودن آن نسبت به نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های جیوه اشاره می‌کند.

۳۱

سوال ۳۱ گزینه درست: ۱

نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های آب و شیشه تمیز بیشتر از نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های آب است. اما وقتی سطح شیشه را چرب کنیم، نیروی دگرچسبی کمتر از نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های آب می‌شود. بنابراین مجاور سطح داخلی لوله موئین و مجاور سطح داخلی ظرف که با روغن چرب شده‌اند، آب به دلیل بیشتر بودن نیروی هم‌چسبی، به سمت پایین می‌آید. اما آب مجاور با سطح خارجی لوله موئین (از آن جایی که این سطح قبلاً خشک بوده)، از آن بالا می‌رود. بنابراین شکل گزینه «۱» صحیح است.

(۳۲)

سوال ۳۲

گزینه درست: ۴

در لوله شیشه‌ای چرب نشده سطح آب در لوله بالا می‌آید و به صورت فرو رفته خواهد شد ولی وقتی داخل لوله چرب می‌شود باعث می‌شود نیروی دگرچسبی کاهش یافته و آب درون لوله پایین رود (دقیقاً مشابه با جیوه). می‌دانیم قطر لوله، جنس لوله و نوع مایع در رفتار مایع داخل لوله موثر است ولی طول لوله و طولی از لوله که درون مایع است، تاثیری بر مویینگی ندارد.

(۳۳)

سوال ۳۳

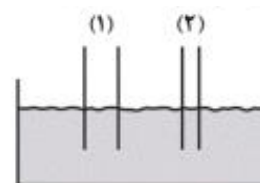
گزینه درست: ۳

گزینه «۳»

افزایش دمای یک مایع، باعث کاهش نیروی هم‌چسبی بین ذرات آن می‌گردد. بنابراین قطره‌های مایع کوچک‌تر و مایع کمتر تحت اثر گرانش، تخت می‌شود.

با کاهش نیروی هم‌چسبی، این احتمال وجود دارد که نیروی دگرچسبی بیشتر از نیروی هم‌چسبی شود و مایع روی سطح شیشه پخش شده و دیگر به صورت قطره‌ای نباشد.

(۳۴)



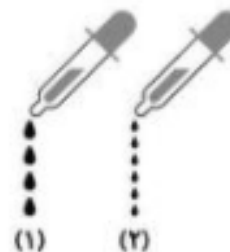
سوال ۳۴

گزینه درست: ۲

گزینه «۲»

در لوله مویین شیشه‌ای تمیز آب از سطح آزاد بالا می‌رود و هرچه قطر لوله بیشتر باشد، ارتفاع آب درون لوله کمتر است.

(۳۵)



سوال ۳۵

گزینه درست: ۲

افزایش دما، سبب کاهش نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های روغن می‌شود. کاهش نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های روغن، موجب کاهش اندازه قطره‌های روغن می‌شود. بنابراین $T_2 > T_1$ است و نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های روغن در شکل (۱) بزرگتر از نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های روغن در شکل (۲) است.

(۳۶)

سوال ۳۶

گزینه درست: ۱

با چرب کردن جداره‌ی داخلی لوله‌ی مویین، نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های آب و شیشه کاهش می‌یابد و به علت غلبه‌ی نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های آب، آب در برابر لوله‌ی مویین چرب، رفتاری مانند جیوه دارد، یعنی سطح آب در لوله‌ی مویین پایین‌تر از سطح آزاد آب و دارای برآمدگی خواهد بود.



سوال ۳۷ گزینه درست: ۳

با توجه به این که مقدار یکسان مایع در ظرف‌ها ریخته شده است و مساحت کف آن‌ها یکسان است پس در ظرف (۳) ارتفاع مایع بیش‌تر است و در نتیجه فشار مایع به کف ظرف نیز بیش‌تر است $(P_3 > P_1 > P_2)$. زیرا فشار طبق رابطه‌ی $P = \rho gh$ فقط به ارتفاع مایع بستگی دارد. نیروی وارد به سطح زیرین ظرف نیز معادل وزن مایع است که در هر سه ظرف یکسان است $(F_1 = F_2 = F_3)$.

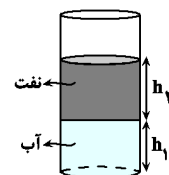
سوال ۳۸ گزینه درست: ۴

قرار گرفتن سوزن بر روی سطح آب و تشکیل حباب‌های صابون جلوه‌هایی از کشش سطحی هستند. (رد گزینه «۱» و درستی گزینه «۴»)
نیروی دافعه بین مولکول‌های مایع در فواصل خیلی نزدیک، مایع‌ها را تقریباً تراکم‌ناپذیر می‌کند. (رد گزینه «۲») در تماس مایعی با یک جسم جامد اگر نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های مایع از نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های مایع و جامد بیش‌تر باشد، مایع جامد را تر نمی‌کند و مایع به شکل قطره روی سطح جامد باقی می‌ماند (رد گزینه «۳»).

سوال ۳۹ گزینه درست: ۴

گزینه «۴»

ابتدا با استفاده از رابطه $V = Ah$ ، ارتفاع آب و نفت را در ظرف استوانه‌ای می‌یابیم:



$$V_{\text{آب}} = Ah_1 \xrightarrow{V_{\text{آب}} = 20 \text{ cm}^3} 20 = 5 \times h_1 \Rightarrow h_1 = 4 \text{ cm} = 0.04 \text{ m}$$

$$V_{\text{نفت}} = Ah_2 \xrightarrow{V_{\text{نفت}} = 1/75 \text{ cm}^3} 1/75 = 5 \times h_2 \Rightarrow h_2 = 1/75 \text{ cm} = 0.0133 \text{ m}$$

اکنون فشار حاصل از دو مایع در کف ظرف را با استفاده از رابطه زیر برحسب پاسکال می‌یابیم:

$$P_{\text{مایع‌ها}} = \rho_{\text{آب}} gh_1 + \rho_{\text{نفت}} gh_2 \xrightarrow{\rho_{\text{آب}} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}, \rho_{\text{نفت}} = 800 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} P_{\text{مایع‌ها}} = (1000 \times 10 \times 0.04) + (800 \times 10 \times 0.0133)$$

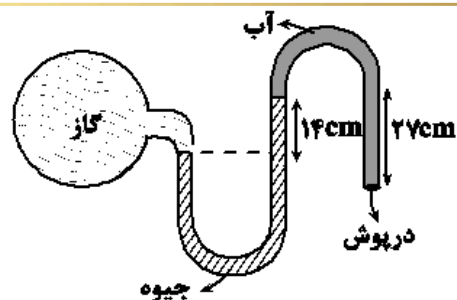
$$= 400 + 106.4 = 506.4 \text{ Pa}$$

در این قسمت فشار حاصل از مایع‌ها را برحسب mmHg پیدا می‌کنیم:

$$P_{\text{مایع‌ها}} = \rho_{\text{جیوه}} gh_{\text{جیوه}} \xrightarrow{\rho_{\text{جیوه}} = 13600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} 506.4 = 13600 \times h_{\text{جیوه}} \Rightarrow h_{\text{جیوه}} = 0.0372 \text{ m} = 37.2 \text{ mmHg}$$

در آخر، فشار کل در کف ظرف را که برابر مجموع فشار هوا و فشار مایع‌ها است، می‌یابیم:

$$P_{\text{کل}} = P_0 + P_{\text{مایع‌ها}} \xrightarrow{P_0 = 760 \text{ mmHg}} P_{\text{کل}} = 760 + 37.2 = 797.2 \text{ mmHg}$$

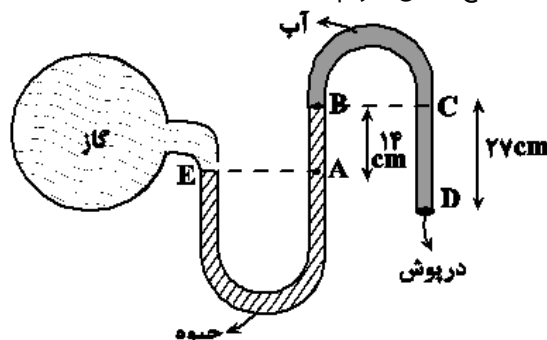


گزینه درست: ۲

سوال ۴۰

گزینه «۲»

برای محاسبه نیروی وارد بر درپوش باید فشار مایع بالای آن را به دست آوریم. بنابراین، با توجه به برابری فشار در نقاط هم‌تراز یک مایع ساکن داریم:



$$\begin{aligned}
 P_A &= P_E \xrightarrow{P_E = P_{\text{گاز}}} P_A = P_{\text{گاز}} \xrightarrow{P_{\text{گاز}} = ۷۰ \text{ cmHg}} \\
 P_A &= ۷۰ \text{ cmHg} \\
 P_A &= P_B + P_{\text{آب}} \xrightarrow{P_{\text{آب}} = ۱۴ \text{ cmHg}} ۷۰ = P_B + ۱۴ \\
 P_B &= ۵۶ \text{ cmHg} \xrightarrow{P_C = P_B} P_C = ۵۶ \text{ cmHg}
 \end{aligned}$$

اکنون فشار ۲۷cm آب را برحسب cmHg می‌یابیم:

$$\begin{aligned}
 \rho_{\text{آب}} h_{\text{آب}} &= \rho_{\text{جیوه}} h_{\text{جیوه}} \xrightarrow{h_{\text{آب}} = ۲۷ \text{ cm}, \rho_{\text{آب}} = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}} \\
 1 \times ۲۷ &= ۱۳/۵ \times h_{\text{جیوه}} \Rightarrow h_{\text{جیوه}} = ۲ \text{ cm} \\
 \Rightarrow p_{\text{آب}} &= ۲ \text{ cmHg}
 \end{aligned}$$

در این قسمت فشار در نقطه D را برحسب cmHg می‌یابیم و سپس به Pa تبدیل می‌کنیم:

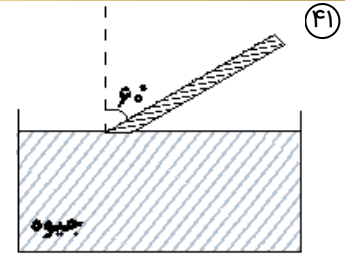
$$\begin{aligned}
 P_D &= P_C + P_{\text{آب}} \xrightarrow{P_C = ۵۶ \text{ cmHg}, P_{\text{آب}} = ۲ \text{ cmHg}} P_D = ۵۶ + ۲ = ۵۸ \text{ cmHg} \\
 \Rightarrow h_{\text{جیوه}} &= ۵۸ \text{ cm}
 \end{aligned}$$

$$P_D = \rho_{\text{جیوه}} g h_{\text{جیوه}} \xrightarrow{\rho_{\text{جیوه}} = ۱۳۵۰۰ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}, h_{\text{جیوه}} = ۵۸ \text{ cm} = ۰/۵۸ \text{ m}}$$

$$P_D = ۱۳۵۰۰ \times ۱۰ \times ۰/۵۸ = ۷۸۳۰۰ \text{ Pa}$$

در آخر، با استفاده از رابطه $P = \frac{F}{A}$ ، نیروی وارد بر درپوش را حساب می‌کنیم:

$$F = PA \xrightarrow{A = ۴ \text{ cm}^2 = ۴ \times ۱۰^{-۴} \text{ m}^2} F = ۷۸۳۰۰ \times ۴ \times ۱۰^{-۴} = ۳۱/۳۲ \text{ N}$$

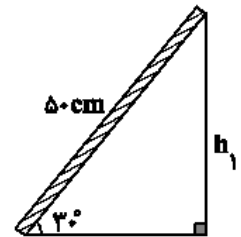


گزینه درست: ۱

سوال ۴۱

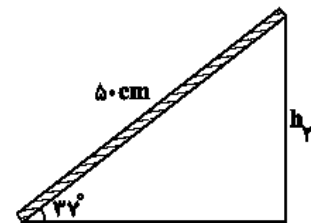
گزینه «۱»

در حالت اول ارتفاع عمودی لوله را به صورت زیر می‌یابیم:



$$\sin 30^\circ = \frac{\text{ضلع مقابل}}{\text{وتر}} = \frac{h_1}{50} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{h_1}{50} \Rightarrow h_1 = 25 \text{ cm}$$

چون فشار هوا 75 cmHg است، بنابراین، در حالت اول فشاری به اندازه $P_1 = 75 - 25 = 50 \text{ cmHg}$ از طرف جیوه بر انتهای بسته لوله وارد می‌شود. در حالت دوم که زاویه لوله از راستای قائم 7 درجه کاهش می‌یابد، زاویه بین لوله و سطح جیوه به 37° می‌رسد. بنابراین داریم:



$$\sin 37^\circ = \frac{\text{ضلع مقابل}}{\text{وتر}} = \frac{h_2}{50} \Rightarrow 0.6 = \frac{h_2}{50} \Rightarrow h_2 = 30 \text{ cm}$$

می‌بینیم، در حالت دوم فشاری معادل $P_2 = 75 - 30 = 45 \text{ cmHg}$ از طرف جیوه بر انتهای بسته لوله وارد می‌شود. بنابراین، چون فشار وارد بر انتهای بسته لوله کاهش یافته است، نیروی وارد بر آن نیز کاهش می‌یابد. برای محاسبه مقدار کاهش نیرو، ابتدا مقدار کاهش فشار را حساب می‌کنیم و به دنبال آن ΔF را به دست می‌آوریم. دقت کنید، برای محاسبه ΔF ، الزاماً باید فشار بر حسب Pa باشد.

$$\Delta P = P_2 - P_1 \xrightarrow[P_1 = 50 \text{ cmHg}]{P_2 = 45 \text{ cmHg}} \Delta P = 45 - 50 = -5 \text{ cmHg} \Rightarrow |\Delta h| = 5 \text{ cm} = 0.05 \text{ m}$$

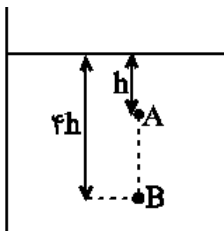
$$\Delta P = \rho g \Delta h \xrightarrow[\Delta h = 0.05 \text{ m}]{\rho = 13600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} \Delta P = 13600 \times 10 \times 0.05 = 6800 \text{ Pa}$$

$$\Delta F = A \times \Delta P \xrightarrow[A = 10 \text{ cm}^2 = 10 \times 10^{-4} \text{ m}^2]{} \Delta F = 10 \times 10^{-4} \times 6800 = 6.8 \text{ N}$$

بنابراین، نیروی وارد بر انتهای بسته لوله 6.8 N کاهش می‌یابد.

گزینه «۲»

با توجه به رابطه فشار کل در عمق h داریم:



$$P_B = 1/4 P_A$$

با توجه به رابطه اختلاف فشار بین دو نقطه داریم:

$$P_B - P_A = \rho g \Delta h_{AB} \Rightarrow 1/4 P_A - P_A = \rho g (4h - h)$$

$$\Rightarrow 0/4 \times 114 \times 10^3 = 950 \times 10 \times 3h \Rightarrow h = 1/6 m$$

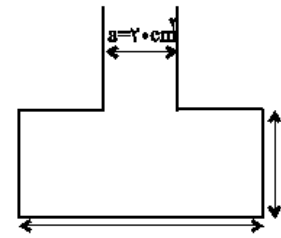
حال با توجه به رابطه فشار کل در نقطه A داریم:

$$P_A = \rho g h_A + P_0 \Rightarrow 114 \times 10^3 = 950 \times 10 \times 1/6 + P_0$$

$$\Rightarrow P_0 = 98/8 kPa$$

$$H = 20 \text{ cm}$$

۴۳



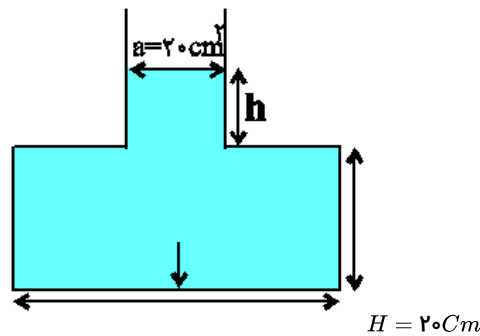
$$A = 50 \text{ cm}^2$$

گزینه درست: ۲

سوال ۴۳

گزینه «۲»

چون اندازه نیروی وارد بر کف ظرف از اندازه نیروی وارد بر سطح افقی از طرف ظرف بیشتر است، لذا نتیجه می‌گیریم مایع به صورت زیر ظرف را پُر کرده است:



$$A = 50 \text{ cm}^2$$

نیروی وارد بر کف ظرف و نیروی وارد بر سطح افقی را جداگانه می‌یابیم:

$$(۱) \quad PA = \rho g(H + h)A = \text{نیروی وارد بر کف ظرف}$$

$$(۲) \quad mg = \rho g(HA + ha) = \text{نیروی وارد بر سطح افقی}$$

$$\frac{PA}{mg} = \frac{\rho g(H+h)A}{\rho g(HA+ha)} = \frac{(H+h)A}{HA+ha} = \frac{5}{4}$$

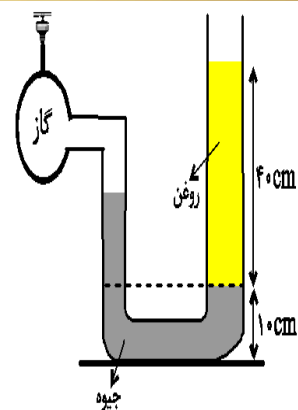
$$\Rightarrow 4HA + 4hA = 5HA + 5ha$$

$$HA = h(4A - 5a) \Rightarrow h = \frac{HA}{4A - 5a} \xrightarrow[H=20\text{cm}, A=50\text{cm}^2]{a=2\text{cm}} \rightarrow$$

$$h = \frac{20 \times 50}{4 \times 50 - 5 \times 2} = \frac{1000}{100} = 10 \text{ cm}$$

حجم مایع داخل ظرف برابر است با:

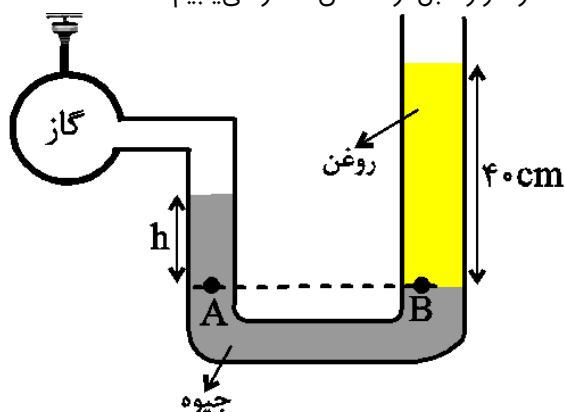
$$V = 20 \times 50 + 10 \times 20 = 1000 + 200 = 1200 \text{ cm}^3$$



سوال ۴۴ گزینه درست: ۲

گزینه «۲»

فشار گاز را قبل از کاهش فشار می‌یابیم:



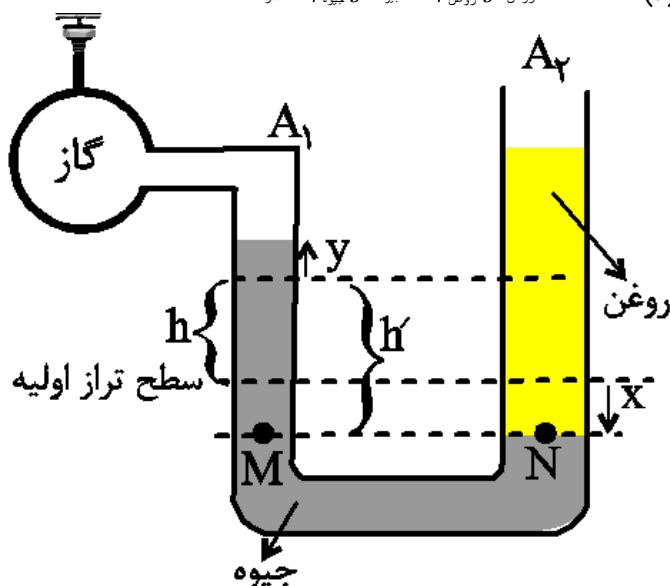
$$P_A = P_B$$

$$\Rightarrow P_{\text{گاز}} + \rho_{\text{جیوه}} gh_{\text{جیوه}} = \rho_{\text{روغن}} gh_{\text{روغن}} + P_0 \quad (1)$$

در حالت دوم با کاهش فشار گاز مخزن، جیوه از طرف راست لوله به طرف چپ لوله وارد می‌شود، اگر جابه‌جایی مقدار جیوه را در طرف راست x بگیریم، چون حجم جیوه جابه‌جا شده در دو طرف لوله یکسان است، داریم:

$$x A_1 = y A_2 \xrightarrow{A_2 = 2 A_1} x \times 2 A_1 = y A_1 \Rightarrow y = 2x$$

$$P_M = P_N \Rightarrow P'_{\text{گاز}} + \rho_{\text{جیوه}} gh'_{\text{جیوه}} = \rho_{\text{روغن}} gh_{\text{روغن}} + P_0 \quad (2)$$



با توجه به برابری طرف راست دو معادله (۱) و (۲) داریم:

$$P_{\text{گاز}} + \rho_{\text{جیوه}} gh_{\text{جیوه}} = P'_{\text{گاز}} + \rho_{\text{جیوه}} gh'_{\text{جیوه}}$$

$$\Rightarrow P'_{\text{گاز}} - P_{\text{گاز}} = \rho_{\text{جیوه}} gh_{\text{جیوه}} - \rho_{\text{جیوه}} gh'_{\text{جیوه}}$$

$$P'_{\text{گاز}} - P_{\text{گاز}} = -13600 \times 10(h - h')$$

$$\rho_{\text{جیوه}} = 13600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$-13600 \times 10(h - h') = -13600 \times 10(0.1 - 0.2) = 13600 \times 10(0.1) = 136000 \text{ Pa}$$

$$\Rightarrow h_{\text{جیوه}} - h'_{\text{جیوه}} = -0.03m$$

$$\Rightarrow h_{\text{جیوه}} - h'_{\text{جیوه}} = -3cm \xrightarrow{h'_{\text{جیوه}} = h_{\text{جیوه}} + x + y}$$

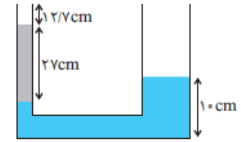
$$h_{\text{جیوه}} - (h_{\text{جیوه}} + x + y) = -3cm$$

$$\Rightarrow x + y = 3cm \xrightarrow{y=2x} x + 2x = 3$$

$$\Rightarrow 3x = 3 \Rightarrow x = 1cm$$

لذا ارتفاع جیوه در طرف چپ لوله $2cm$ تغییر می‌کند.

(۴۵)

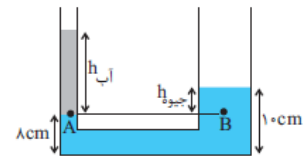


گزینه درست: ۴

سوال ۴۵

گزینه «۴»

حداکثر ارتفاع جیوه در طرف راست زمانی رخ می‌دهد که لوله سمت چپ به‌طور کامل از آب پر شود در حالت اول داریم:

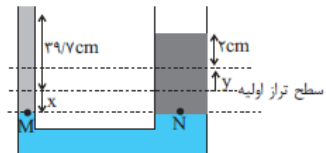


$$P_A = P_B$$

$$\Rightarrow \rho_{\text{آب}} g h_A + P_0 = \rho_{\text{جیوه}} g h_{\text{جیوه}} + P_0$$

$$\Rightarrow \rho_{\text{آب}} h_A = \rho_{\text{جیوه}} h_{\text{جیوه}} \Rightarrow 1 \times 27 = 13/5 h_{\text{جیوه}}$$

$$\Rightarrow h_{\text{جیوه}} = 2cm$$



$$P_M = P_N$$

$$\Rightarrow \rho_{\text{آب}} h'_{\text{آب}} = \rho_{\text{جیوه}} h'_{\text{جیوه}}$$

$$\Rightarrow 1 \times (39/7 + x) = 13/5 (x + y + 2) \quad (1)$$

از طرفی حجم جیوه جابه‌جا شده در دو طرف لوله یکسان است:

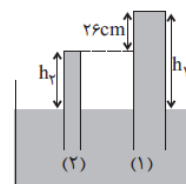
$$x A_1 = y A_2 \xrightarrow{A_2 = 4 A_1} y = \frac{x}{4} \quad (2)$$

$$\xrightarrow{(2), (1)} 1 \times (39/7 + x) = 13/5 (x + \frac{x}{4} + 2)$$

$$\Rightarrow x = 0.8cm$$

$$\Rightarrow y = \frac{0.8}{4} = 0.2cm$$

پس حداکثر ارتفاع در طرف راست لوله $10 + 0.2 = 10.2cm$ خواهد بود.

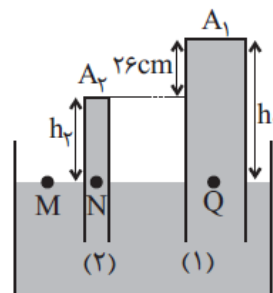


گزینه درست: ۴

سوال ۴۶

گزینه «۴»

با توجه به برابری فشار در نقاط هم‌تراز یک مایع ساکن، فشار وارد بر انتهای هر لوله برابر است با:



$$P_M = P_N = P_Q \Rightarrow P_o = P_2 + \rho g h_2 = P_1 + \rho g h_1$$

$$\Rightarrow \begin{cases} P_1 = P_o - \rho g h_1 \\ P_2 = P_o - \rho g h_2 \end{cases}$$

حال نسبت نیروی وارد شده بر انتهای لوله‌ها برابر است با:

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{P_2}{P_1} \times \frac{A_2}{A_1} \Rightarrow \frac{F_2}{F_1} = \frac{P_o - \rho g h_2}{P_o - \rho g h_1} \times \frac{A_2}{A_1} \xrightarrow{\frac{A_2}{A_1} = \frac{1}{2}}$$

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{P_o - \rho g h_2}{P_o - \rho g h_1} \times \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{P_o - \rho g h_2}{P_o - \rho g h_1} = \frac{F_1}{F_2} \times 2$$

$$\Rightarrow 2P_o - 2\rho g h_2 = 5P_o - 5\rho g h_1$$

$$\Rightarrow 5\rho g h_1 - 2\rho g h_2 = 3P_o \xrightarrow{\begin{matrix} \rho = 12 \frac{g}{cm^3} = 12 \times 10^3 \frac{kg}{m^3} \\ P_o = 10^5 Pa \end{matrix}}$$

$$5 \times 12 \times 10^3 \times 10 \times h_1 - 2 \times 12 \times 10^3 \times 10 \times h_2 = 3 \times 10^5$$

$$\Rightarrow 2h_1 - 0.8h_2 = 1 \quad (1)$$

با توجه به شکل، اختلاف طول لوله‌ها برابر است با:

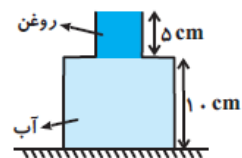
$$h_1 - h_2 = 0.26 \quad (2)$$

$$\xrightarrow{(1),(2)} \begin{cases} 2h_1 - 0.8h_2 = 1 \\ h_1 - h_2 = 0.26 \end{cases} \xrightarrow{\times(-2)} \begin{cases} 2h_1 - 0.8h_2 = 1 \\ -2h_1 + 2h_2 = -0.52 \end{cases}$$

$$1/2h_2 = 0.48 \Rightarrow h_2 = 0.96m = 96cm$$

$$h_1 - 0.96 = 0.26 \Rightarrow h_1 = 1.22m = 122cm$$

(۴۷)



گزینه درست: ۴

سوال ۴۷

گزینه «۴»

ابتدا فشار وارد بر کف ظرف را از طرف مایع‌ها به دست می‌آوریم:

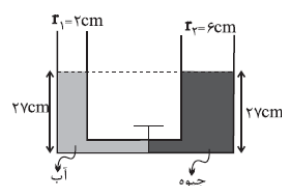
$$P = P_{\text{آب}} + P_{\text{روغن}} = \rho_{\text{آب}} gh_{\text{آب}} + \rho_{\text{روغن}} gh_{\text{روغن}}$$

$$\Rightarrow P = (1000 \times 10 \times 0.1) + (800 \times 10 \times 0.05) = 1400 \text{ Pa}$$

اندازه نیروی وارد بر کف ظرف حاصل ضرب فشار کف ظرف در سطح مقطع ظرف است:

$$F = PA = 1400 \times 50 \times 10^{-2} = 7 \text{ N}$$

(۴۸)



گزینه درست: ۱

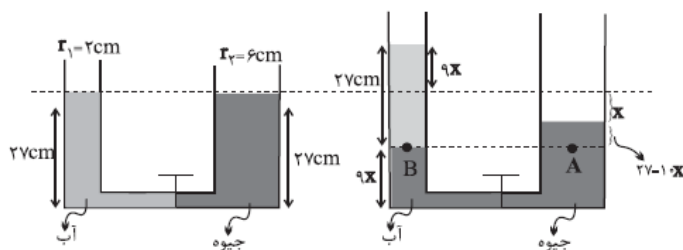
سوال ۴۸

گزینه «۱»

بعد از باز کردن شیر رابط و به تعادل رسیدن دو مایع، جیوه وارد ظرف طرف چپ می‌شود. با توجه به این که حجم مایع جابه‌جاشده در دو طرف یکسان است، داریم:

$$V_{\text{چپ}} = V_{\text{راست}}$$

$$\Rightarrow 2^2 \times \pi \times h_1 = 6^2 \times \pi \times h_2 \Rightarrow h_1 = 9h_2$$

یعنی اگر مایع سمت راست (جیوه) به اندازه x پایین آید، مایع سمت چپ (آب) به اندازه $9x$ بالا خواهد رفت.

$$P_A = P_B$$

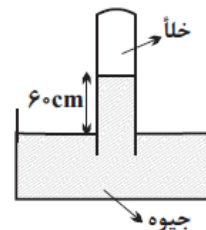
$$\Rightarrow \rho_{\text{جیوه}} gh_{\text{جیوه}} + P_0 = \rho_{\text{آب}} gh_{\text{آب}} + P_0$$

$$\Rightarrow \rho_{\text{جیوه}} gh_{\text{جیوه}} = \rho_{\text{آب}} gh_{\text{آب}}$$

$$\Rightarrow 13/5 \times (27 - 10x) = 1 \times 27$$

$$\Rightarrow 27 - 10x = 2$$

$$\Rightarrow 10x = 25 \Rightarrow x = 2.5 \text{ cm}$$



گزینه درست: ۴

سوال ۴۹

گزینه ی «۴»

چون فشار هوا در محل آزمایش ثابت است، داریم:

$$(۱) \quad P_0 = \rho_{\text{جیوه}} g h_{\text{جیوه}} \quad \text{در حالتی که از جیوه استفاده شود.}$$

$$(۲) \quad P_0 = \rho_{\text{مایع}} g h_{\text{مایع}} \quad \text{در حالتی که از مایع استفاده شود.}$$

$$\xrightarrow{(۲),(۱)} \rho_{\text{جیوه}} h_{\text{جیوه}} = \rho_{\text{مایع}} h_{\text{مایع}}$$

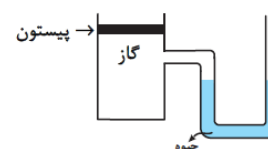
$$\Rightarrow 13/6 \times 60 = 8 \times h_{\text{مایع}}$$

$$\Rightarrow h_{\text{مایع}} = \frac{13/6 \times 60}{8} = 102 \text{ cm}$$

$$\text{درصد تغییر ارتفاع} = \frac{h_{\text{مایع}} - h_{\text{جیوه}}}{h_{\text{جیوه}}} \times 100$$

$$\Rightarrow \text{درصد تغییر ارتفاع} = \left(\frac{102 - 60}{60} \right) \times 100 = 70\%$$

۵۰



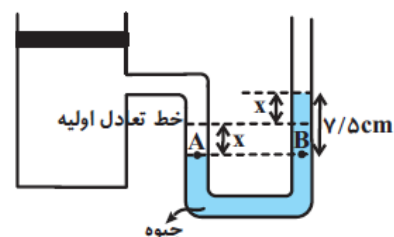
گزینه درست: ۳

سوال ۵۰

گزینه ی «۳»

همان طور که می دانیم اگر در یک شاخه لوله U شکل سطح جیوه به اندازه x پایین برود، در شاخه دیگر به اندازه x بالا می رود و اختلاف ارتفاع بین دو سطح جیوه در لوله به 2x می رسد. پس در این سؤال اختلاف ارتفاع بین دو سطح جیوه 7/5 cm است:

$$P_A = P_B = P_0 + P \quad \text{جیوه}$$



در حالت اول قبل از گذاشتن وزنه روی پیستون، فشار زیر پیستون همان P_0 بود، پس برای 7/5 cm اختلاف ارتفاع ستون جیوه لازم است تا وزنه اضافه شده فشاری معادل 7/5 سانتی متر جیوه ایجاد کند:

$$P_{\text{وزنه}} = P_{\text{جیوه}} \Rightarrow \frac{mg}{A} = (\rho g h)_{\text{جیوه}}$$

$$\rho = 13/6 \frac{g}{cm^3}, h = 7/5 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow m = \rho A h \xrightarrow{A = 50 \text{ cm}^2}$$

$$m = 13/6 \times 7/5 \times 50 = 5100 \text{ g} = 5/1 \text{ kg}$$

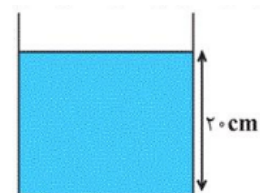
۵۱

گزینه درست: ۴

سوال ۵۱

گزینه «۴»

با توجه به رابطه فشار کل مایع در عمق h از سطح یک مایع داریم:



$$P_{\text{کل}} = \rho_{\text{مایع}} gh_{\text{مایع}} + P_0 \xrightarrow{P_0 = \rho_{\text{جوهر}} gh_{\text{جوهر}}}$$

$$P_{\text{کل}} = \rho_{\text{مایع}} gh_{\text{مایع}} + \rho_{\text{جوهر}} gh_{\text{جوهر}}$$

$$\rho_{\text{مایع}} = 1/2 \frac{g}{\text{cm}^3} = 1200 \frac{kg}{m^3}, h_{\text{مایع}} = 20 \text{ cm} = 0.2 \text{ m}$$

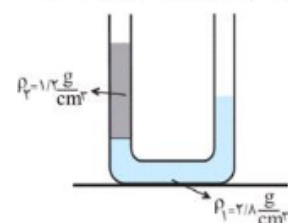
$$\rho_{\text{جوهر}} = 13/6 \frac{g}{\text{cm}^3} = 13/6 \times 10^3 \frac{kg}{m^3}, h_{\text{جوهر}} = 75 \text{ cm} = 0.75 \text{ m}$$

$$P_{\text{کل}} = 1200 \times 10 \times 0.2 + 13000 \times 10 \times 0.75 = 104400 \text{ Pa} = 104/4 \text{ kPa}$$

$$P_{\text{کل}} = 1/2 \times 10^3 \times 10 \times 20 \times 10^{-2} + 13/6 \times 10^3 \times 10 \times 75 \times 10^{-2}$$

$$= 2400 + 102000 = 104400 \text{ Pa} = 104/4 \text{ kPa}$$

۵۲



گزینه درست: ۴

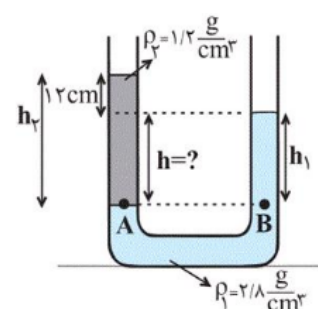
سوال ۵۲

گزینه «۴»

با توجه به برابری فشار در نقاط هم‌تراز یک مایع ساکن داریم:

$$P_A = P_B$$

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



$$\rho_2 = 1/2 \frac{g}{\text{cm}^3}, h_2 = (12 + h) \text{ cm}$$

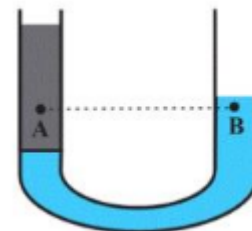
$$\Rightarrow \rho_2 h_2 = \rho_1 h_1 \xrightarrow{\rho_1 = 2/18 \frac{g}{\text{cm}^3}, h_1 = h}$$

$$\rho_1 = 2/18 \frac{g}{\text{cm}^3}, h_1 = h$$

$$1/2(12 + h) = 2/18h \Rightarrow 3(12 + h) = 7h$$

$$\Rightarrow 36 + 3h = 7h \Rightarrow 4h = 36 \Rightarrow h = \frac{36}{4} = 9 \text{ cm}$$

اختلاف ارتفاع مایع ρ_1 در دو طرف لوله ۹ cm است.

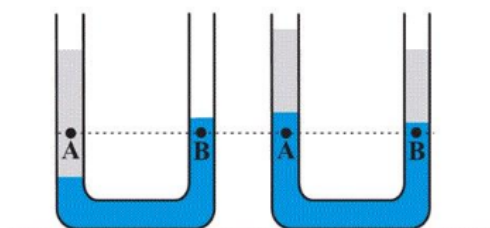


گزینه درست: ۲

سوال ۵۳

گزینه «۲»

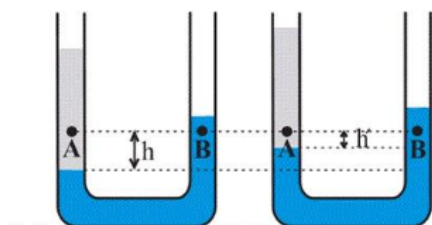
با توجه به شکل زیر با اضافه کردن جیوه به طرف راست لوله دو حالت می‌تواند رخ دهد، حالت اول نقاط A و B داخل جیوه قرار گیرند که در این حالت چون در یک سطح تراز افقی قرار دارند، لذا فشار آن‌ها برابر و اختلاف فشار آن‌ها صفر خواهد شد که نسبت به حالت اولیه اختلاف فشار بین دو نقطه A و B کاهش می‌یابد.



$$P_A > P_B \\ \Rightarrow \Delta P > 0$$

$$P_A = P_B \\ \Delta P = 0$$

حالت دوم دو نقطه A و B داخل دو مایع قرار گیرند در این حالت اختلاف فشار نقاط A و B نسبت به حالت قبل به دلیل کاهش ارتفاع از مرز مشترک دو مایع باز هم کاهش می‌یابد:

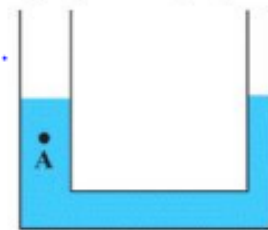


$$P'_A > P'_B \Rightarrow \Delta P' > 0$$

$$P_A > P_B \Rightarrow \Delta P > 0$$

$$h' < h \Rightarrow \Delta P' < \Delta P$$

بنابراین در مجموع اختلاف فشار بین دو نقطه A و B کاهش خواهد یافت.

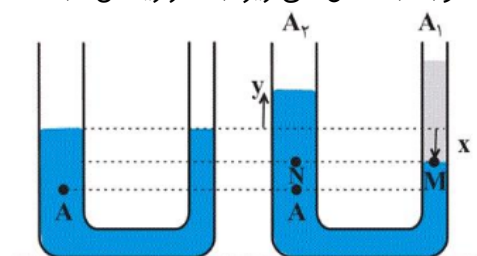


گزینه درست: ۱

سوال ۵۴

گزینه «۱»

با توجه به شکل‌های زیر، بعد از ریختن آب، تعادل دو مایع به صورت زیر خواهد بود.



افزایش فشار در نقطه A ناشی از وزن ستون جیوه به طول y است، با توجه به اندازه افزایش فشار داریم:

$$\Delta P_A = \rho g y \Rightarrow 2720 = 13/6 \times 10^3 \times 10 \times y$$

$$\Rightarrow y = 0.02m = 2cm$$

حال با توجه به اینکه حجم جیوه جابه‌جا شده در دو طرف لوله یکسان است، داریم:

$$V_1 = V_2 \Rightarrow A_1 x = A_2 y \Rightarrow r_1^2 x = r_2^2 y \xrightarrow[r_2=2r_1]{y=2cm}$$

$$r_1^2 x = 4r_1^2 \times 2 \Rightarrow x = 8cm$$

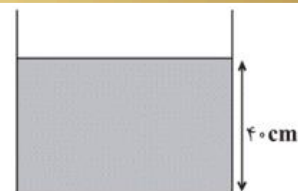
حال با توجه به برابری فشار در نقاط M و N داریم:

$$P_M = P_N \Rightarrow \rho_{\text{آب}} h_{\text{آب}} = \rho_{\text{جیوه}} h_{\text{جیوه}}$$

$$\Rightarrow 1 \times h_{\text{آب}} = \rho_{\text{جیوه}} (x + y) \Rightarrow h_{\text{آب}} = 13/6 \times (8 + 2)$$

$$\Rightarrow h_{\text{آب}} = 136cm$$

۵۵



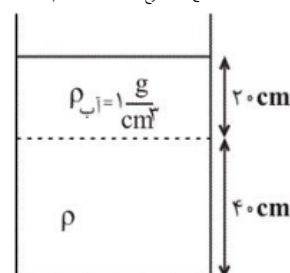
گزینه درست: ۲

سوال ۵۵

گزینه «۲»

دقت کنید که با ریختن آب روی مایع فشار کل وارد بر کف ظرف $114 kPa$ می‌شود، لذا با توجه به رابطه فشار کل وارد بر کف ظرف چگالی مایع ρ را می‌یابیم:

$$P = \rho_{\text{مایع}} gh_{\text{مایع}} + \rho_{\text{آب}} gh_{\text{آب}} + P_0$$



$$\Rightarrow 114 \times 10^3 = 10^3 \times 10 \times 0.2 + \rho_{\text{مایع}} \times 10 \times 10 \times 0.4 + 100 \times 10^3$$

$$\Rightarrow 114 = 2 + 4\rho_{\text{مایع}} + 100 \Rightarrow \rho_{\text{مایع}} = 3 \frac{g}{cm^3}$$

پس مایع ρ چگالی بیشتری نسبت به آب دارد، لذا نمودار فشار برحسب عمق مایع به صورت شکل گزینه «۲» می‌باشد، دقت کنید که قسمت دوم نمودار که وارد مایع ρ می‌شود که چون مایع چگالی بیشتری دارد لذا شیب نمودار نیز افزایش می‌یابد.

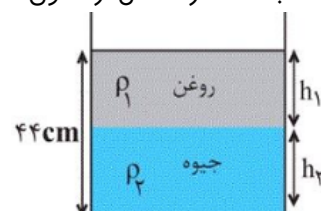
۵۶

گزینه درست: ۳

سوال ۵۶

گزینه «۳»

مطابق شکل زیر و با توجه به رابطه فشار مایعات ساکن، چون فشار وارد بر کف ظرف برحسب سانتی‌متر جیوه داده شده است، لذا ابتدا فشار حاصل از ستون مایع روغن را برحسب سانتی‌متر جیوه به دست می‌آوریم:



$$\rho_{\text{روغن}} h_{\text{روغن}} = \rho_{\text{جیوه}} h_{\text{جیوه}}$$

$$\Rightarrow 0.8 \times h_1 = 13.6 h'_1 \Rightarrow h'_1 = \frac{h_1}{17} cm$$

پس فشار وارد بر کف ظرف برحسب سانتی‌متر جیوه برابر است با:

$$P = P_{\text{روغن}} + P_{\text{جیوه}} \quad (1)$$

$$\Rightarrow P = h'_1 + h_2 = \frac{h_1}{17} + h_2 \xrightarrow{P=13.6 Hg} \frac{h_1}{17} + h_2 = 12$$

از طرفی مجموع ارتفاع دو مایع نیز $44 cm$ است، داریم:

$$h_1 + h_2 = 44 \quad (2)$$

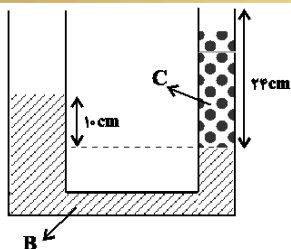
$$\begin{cases} \frac{h_1}{17} + h_2 = 12 \\ h_1 + h_2 = 44 \end{cases} \xrightarrow{\times(-1)} \begin{cases} -\frac{h_1}{17} - h_2 = -12 \\ h_1 + h_2 = 44 \end{cases}$$

$$\frac{16}{17} h_1 = 32 \Rightarrow h_1 = 34 cm \Rightarrow h_2 = 44 - 34 = 10 cm$$

$$\frac{m_{\text{جیوه}}}{m_{\text{روغن}}} = \frac{\rho_{\text{جیوه}}}{\rho_{\text{روغن}}} \times \frac{V_{\text{جیوه}}}{V_{\text{روغن}}} \xrightarrow{V=Ah} \frac{m_{\text{جیوه}}}{m_{\text{روغن}}} = \frac{13.6}{0.8} \times \frac{10}{34} = 5$$

بنابراین:

$$\frac{m_{\text{جیوه}}}{m_{\text{روغن}}} = \frac{13.6}{0.8} \times \frac{10}{34} = 5$$

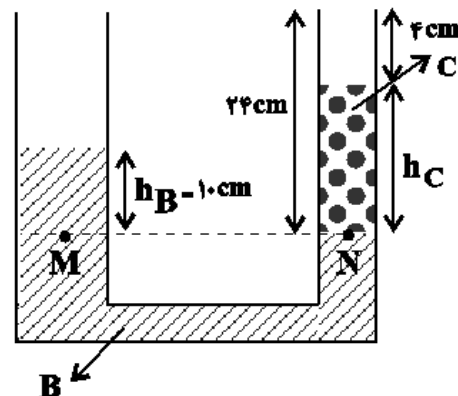


گزینه درست: ۲

سوال ۵۷

گزینه «۲»

با توجه به شکل زیر و هم فشاری نقاط هم‌تراز M و N می‌توان نوشت:



$$P_M = P_N \Rightarrow P_0 + \rho_B g h_B = P_0 + \rho_C g h_C$$

$$\Rightarrow \rho_B h_B = \rho_C h_C$$

$$\rho_B = 3 \frac{g}{cm^3}, h_B = 10 \text{ cm}$$

$$\rho_C = 1/5 \frac{g}{cm^3}$$

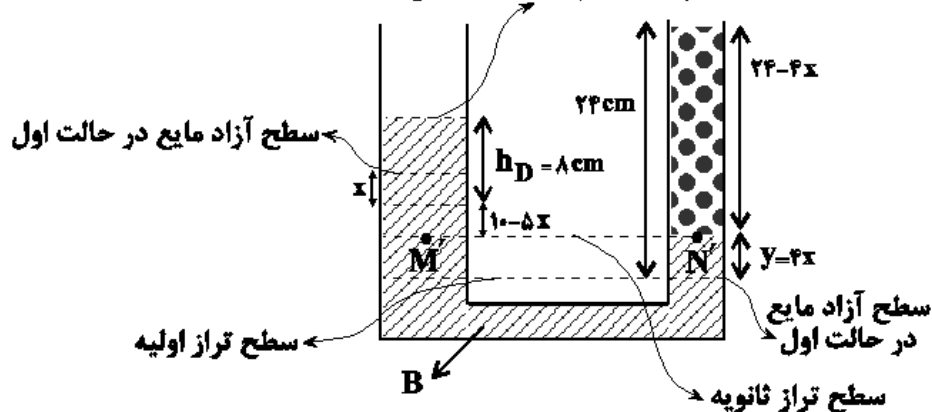
$$3 \times 10 = 1/5 \times h_C \Rightarrow h_C = 20 \text{ cm}$$

با ریختن مایع B در شاخه سمت چپ، با توجه به این که حجم مایع جابه‌جا شده در دو شاخه لوله یکسان است می‌توان نوشت:

$$V_{\text{چپ}} = V_{\text{راست}} \Rightarrow Ax = A'y \xrightarrow{A=Fc m^2} Fx = 1 \times y \Rightarrow y = Fx$$

یعنی اگر مایع در شاخه سمت چپ به اندازه x پایین بیاید، در شاخه سمت راست به اندازه Fx بالا می‌رود. در این قسمت h_D (ارتفاع مایع جدید اضافه شده) را می‌یابیم و به دنبال آن ارتفاع جدید مایع C را پیدا می‌کنیم:

سطح آزاد مایع در حالت نهایی



$$h_D = \frac{V_D}{A_D} \xrightarrow{V_D = 32 \text{ cm}^3, A_D = F \text{ cm}^2} 32 = F \times h_D \Rightarrow h_D = 8 \text{ cm}$$

در حالت جدید برای نقاط هم‌تراز M' و N' داریم:

$$\rho_B g (10 - 5x + h_D) = \rho_C g h'_C$$

$$\rho_B = 3 \frac{g}{cm^3}, h_D = 8 \text{ cm}$$

$$\rho_C = 1/5 \frac{g}{cm^3}, h'_C = 24 - Fx$$

$$3(18 - 5x) = 1/5(24 - Fx)$$

$$\Rightarrow 36 - 24 = 6x \Rightarrow x = \frac{12}{6} = 2 \text{ cm}$$

پس ارتفاع مایع C در حالت جدید برابر است با:

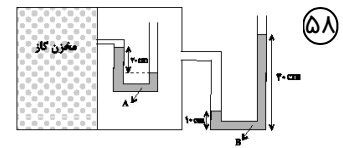
$$h'_C = 24 - Fx = 24 - 8 = 16 \text{ cm}$$

با توجه به اختلاف ارتفاع مایع C در حالت اول و دوم جرم مایع C نبریز شده از شاخه سمت راست برابر است با:

$$m_{\text{نبریز}} = \rho_C V_{\text{نبریز}} = \rho_C A_C (h_C - h'_C) = 1/5 \times 1 \times (20 - 16) = 6 \text{ g}$$

اکنون ارتفاع جیوه درون لوله A را به دست می آوریم:

$$h_A = 92 - (2 + \frac{80}{5}) = 74 \text{ cm} \Rightarrow h_B = 74 \text{ cm}$$

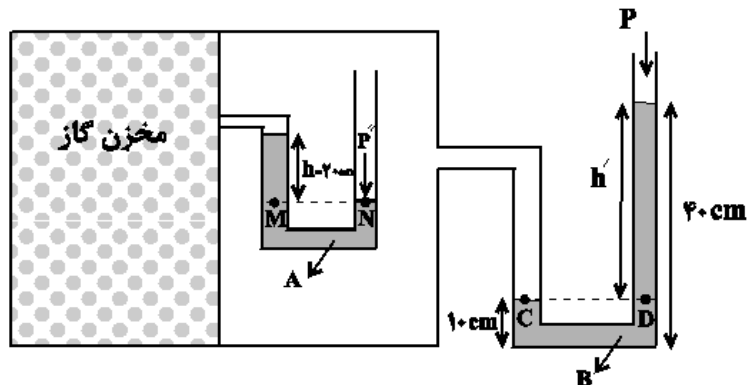


گزینه درست: ۱

سوال ۵۸

گزینه «۱»

اگر فشار گاز درون مخزن را با P' و فشار گاز درون مخزن شامل مایع A را با P'' و فشار هوا را با P_0 نشان دهیم، با توجه به برابری فشار در نقاط هم تراز، به صورت زیر عمل می کنیم. دقت کنید، برای سادگی محاسبات، فشار ناشی از ستون هر یک از مایع ها را در نقطه های D و M بر حسب cmHg می یابیم.

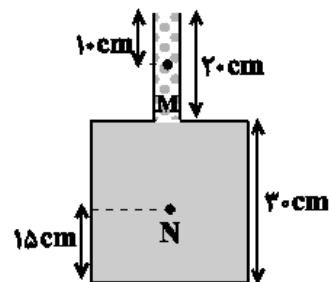


$$\begin{cases} P_M = P_N \Rightarrow P' + \rho_A g h = P'' \\ P_C = P_D \Rightarrow P'' = P_0 + \rho_B g h' \end{cases} \Rightarrow P' + \rho_A g h = P_0 + \rho_B g h' \Rightarrow P' - P_0 = \rho_B g h' - \rho_A g h$$

$$\xrightarrow{P' - P_0 = \text{فشار بنمائه ای}} \begin{cases} \rho_B g h' = \rho_{\text{جیوه}} g h_D \\ \rho_A g h = \rho_{\text{جیوه}} g h_M \end{cases}$$

$$\xrightarrow{\begin{matrix} h' = 20 - 10 = 10 \text{ cm} \\ h = 20 \text{ cm} \end{matrix}} \begin{cases} \frac{3}{4} \times 30 = \frac{13}{6} \times h_D \Rightarrow h_D = 7/5 \text{ cm} \\ \frac{6}{8} \times 20 = \frac{13}{6} \times h_M \Rightarrow h_M = 10 \text{ cm} \end{cases}$$

$$P_{\text{بنمائه ای}} = h_D - h_M = 7/5 - 10 = -2/5 \text{ cmHg}$$



گزینه درست: ۱

سوال ۵۹

گزینه «۱»

ابتدا مساحت سطح مقطع قسمت پهن ظرف را می‌یابیم:

$$\begin{aligned} \frac{9}{\pi} V_1 &= V_2 \Rightarrow \frac{9}{\pi} A_1 h_1 = A_2 h_2 \xrightarrow{A=\pi r^2} \frac{9}{\pi} \pi r_1^2 \times h_1 \\ &= A_2 \times h_2 \xrightarrow{r_1=2\text{ cm}, \pi=3} \\ &\quad h_1=20\text{ cm}, h_2=30\text{ cm} \\ \frac{9}{\pi} \times 3 \times 4 \times 20 &= A_2 \times 30 \Rightarrow A_2 = 36\text{ cm}^2 \end{aligned}$$

اکنون، با داشتن نیروی وارد بر کف ظرف، با استفاده از رابطه $P = \frac{F}{A}$ ، فشار ناشی از دو مایع را در کف ظرف می‌یابیم:

$$\begin{aligned} P &= \frac{F}{A} \xrightarrow{F=\lambda \lambda_0 N} P = \frac{\lambda \lambda_0}{36 \times 10^{-2}} \\ &= 225 \times 10^3 \text{ Pa} = 225 \text{ kPa} \end{aligned}$$

در این قسمت فشار ناشی از مایع در ته ظرف را برحسب ρ_1 و ρ_2 می‌یابیم:

$$\begin{aligned} P &= \rho_1 g h_1 + \rho_2 g h_2 \xrightarrow{h_2=30\text{ cm}=0.3\text{ m}} \\ &\quad h_1=20\text{ cm}=0.2\text{ m} \\ P &= \rho_1 \times 10 \times 0.2 + \rho_2 \times 10 \times 0.3 \Rightarrow P = 2\rho_1 + 3\rho_2 \quad (1) \end{aligned}$$

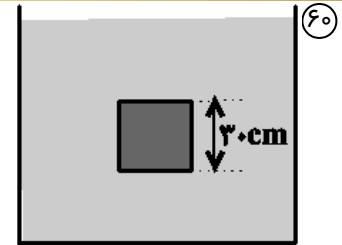
در آخر، اختلاف فشار نقاط M و N را به دست می‌آوریم:

$$P_{MN} = \rho_1 g h'_1 + \rho_2 g h'_2 \xrightarrow{h'_2=30-15=15\text{ cm}=0.15\text{ m}} \\ h'_1=20-10=10\text{ cm}=0.1\text{ m}$$

$$\xrightarrow{(1),(2)} \begin{cases} P = 2\rho_1 + 3\rho_2 \\ P_{MN} = \rho_1 + 1.5\rho_2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} P = 2\rho_1 + 3\rho_2 \\ 2P_{MN} = 2\rho_1 + 3\rho_2 \end{cases}$$

$$P_{MN} = \rho_1 \times 10 \times 0.1 + \rho_2 \times 10 \times 0.15 \Rightarrow P_{MN} = \rho_1 + 1.5\rho_2 \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow 2P_{MN} &= P \xrightarrow{P=225\text{ kPa}} 2P_{MN} = 225\text{ kPa} \\ \Rightarrow P_{MN} &= 112.5\text{ kPa} \end{aligned}$$

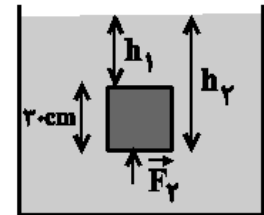


گزینه درست: ۲

سوال ۶۰

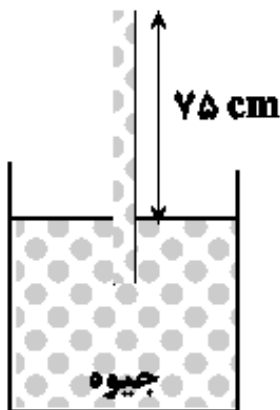
گزینه «۲»

اختلاف نیروی وارد بر وجه‌های بالا و پایین مکعب، ناشی از اختلاف فشار وارد بر آن‌ها است. بنابراین، با توجه به شکل زیر می‌توان نوشت:



$$\begin{aligned}
 P &= \frac{F}{A} \Rightarrow F = PA \xrightarrow{P=\rho gh} F = \rho ghA \\
 A &= 3\text{ cm} \times 3\text{ cm} = 900\text{ cm}^2 = 900 \times 10^{-4}\text{ m}^2 = 9 \times 10^{-2}\text{ m}^2 \\
 \Delta F &= F_2 - F_1 \xrightarrow{F=\rho ghA} \Delta F = \rho gh_2 A - \rho gh_1 A \\
 \Delta F &= \rho g A (h_2 - h_1) \xrightarrow{h_2 - h_1 = 3\text{ cm} = 0.03\text{ m}} \Delta F = 0.054\text{ KN} = 54\text{ N} \\
 54\text{ N} &= \rho \times 10 \times 9 \times 10^{-2} \times 0.03 \Rightarrow 54\text{ N} = 27 \times 10^{-2} \times \rho \\
 \Rightarrow \rho &= \frac{54\text{ N}}{27 \times 10^{-2}} = 2 \times 10^3 = 2000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}
 \end{aligned}$$

۶۱



گزینه درست: ۲

سوال ۶۱

گزینه «۲»

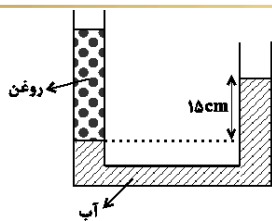
طبق شکل سؤال، چون جیوه به ته لوله رسیده و ارتفاع جیوه از سطح آزاد ظرف ۷۵ cm و فشار هوا نیز ۷۵ cmHg است، بنابراین در حالت اول فشار جیوه بر ته لوله صفر است. حداکثر فشاری که ته لوله بر حسب cmHg می‌تواند تحمل کند برابر است با:

$$\begin{aligned}
 P &= \rho gh \Rightarrow h = \frac{P}{\rho g} = \frac{20400}{13600 \times 10} = 0.15\text{ m} = 15\text{ cm} \\
 \Rightarrow P &= 15\text{ cmHg}
 \end{aligned}$$

چون لوله حداکثر می‌تواند ۱۵ cmHg فشار را تحمل کند، باید فشار ته بسته لوله به اضافه فشار ستون جیوه درون لوله برابر با ۷۵ cmHg باشد. بنابراین، باید حداکثر لوله را ۱۵ cm به درون جیوه فرو ببریم. یعنی باید طول لوله بیرون از جیوه را ۱۵ cm کاهش

دهیم. در این حالت درصد کاهش طول لوله برابر است با:

$$\text{درصد کاهش طول لوله} = \frac{\Delta L}{L_1} \times 100 = \frac{15}{75} \times 100 = 20\%$$



گزینه درست: ۲

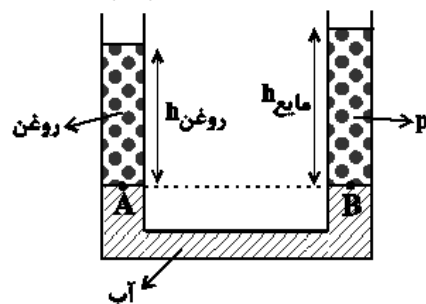
سوال ۶۲

گزینه «۲»

باید پس از ریختن مایع سوم، شکل لوله به صورت مقابل درآید. بنابراین با مساوی قرار دادن فشار در نقاط هم‌تراز A و B که داخل یک مایع قرار دارند، خواهیم داشت:

$$P_A = P_B \Rightarrow P_0 + \rho_{\text{روغن}} gh_{\text{روغن}} = P_0 + \rho_{\text{مایع}} gh_{\text{مایع}}$$

$$\Rightarrow \rho_{\text{روغن}} h_{\text{روغن}} = \rho_{\text{مایع}} h_{\text{مایع}} \quad (1)$$



از طرفی قبل از ریختن مایع سوم داشتیم:

$$\rho_{\text{روغن}} h_{\text{روغن}} = \rho_{\text{آب}} h_{\text{آب}} \xrightarrow[\substack{\rho_{\text{آب}} = 1 \frac{g}{cm^3} \\ h_{\text{آب}} = 15 cm}}{\rho_{\text{روغن}} h_{\text{روغن}} = 15 \frac{g}{cm^2}} \quad (2)$$

با جایگذاری رابطه (۲) در رابطه (۱) داریم:

$$\xrightarrow{(1); (2)} \rho_{\text{مایع}} h_{\text{مایع}} = 15 \frac{g}{cm^2} \quad (3)$$

با استفاده از رابطه جرم و چگالی خواهیم داشت:

$$m = \rho V = \rho Ah \xrightarrow[\substack{\rho h = 15 \frac{g}{cm^2} \\ A = 2 cm^2}]{m = 15 \times 2 = 30 g}$$



گزینه درست: ۳

سوال ۶۳

گزینه «۳»

چون مایعات ساکن‌اند، با مساوی قرار دادن فشار در لوله سمت راست و چپ خواهیم داشت:

$$P_{\text{گاز}} + P_{(1)\text{مایع}} = P_0 + P_{(2)\text{مایع}}$$

$$P_{\text{گاز}} - P_0 = P_{(2)\text{مایع}} - P_{(1)\text{مایع}}$$

$$\frac{P_{\text{گاز}} - P_0 = P_g}{P_{\text{مایع}} = \frac{mg}{A}} \rightarrow P_g = \frac{mg}{A_2} - \frac{mg}{A_1}$$

در این رابطه، P_g فشار پیمانه‌ای گاز داخل مخزن است که فشارسنج آن را نشان می‌دهد، A_1 سطح مقطع لوله در سمت چپ و A_2 سطح مقطع لوله در سمت راست است. بنابراین داریم:

$$A = \pi r^2 \Rightarrow \frac{A_1}{A_2} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 \xrightarrow{r_1 = r_2} \frac{A_1}{A_2} = \left(\frac{r_2}{r_2}\right)^2 \Rightarrow A_1 = 4A_2 \quad (2)$$

$$\xrightarrow{(1)} P_g = \frac{mg}{A_2} - \frac{mg}{4A_2} \Rightarrow P_g = \frac{3}{4} \frac{mg}{A_2} \xrightarrow{m = \rho_v A_2 h_v}$$

$$P_g = \frac{3}{4} \times \frac{\rho_v A_2 h_v g}{A_2} \Rightarrow P_g = \frac{3}{4} \rho_v g h_v$$

$$\xrightarrow{\rho_v = 1/6 \frac{g}{cm^3} = 1600 \frac{kg}{m^3}} P_g = \frac{3}{4} \times 1600 \times 10 \times 0/405 = 4860 \text{ Pa}$$

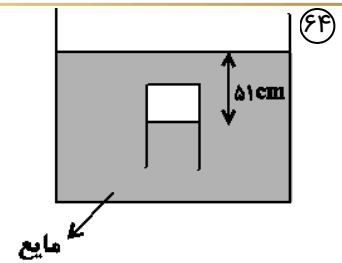
$$\xrightarrow{h_v = 40/5 \text{ cm} = 0/405 \text{ m}}$$

این فشار برحسب $cmHg$ برابر است با:

$$P_g = \rho_{\text{زنج}} g h_{\text{زنج}} \xrightarrow{\rho_{\text{زنج}} = 13500 \frac{kg}{m^3} \quad P_g = 4860 \text{ Pa}}$$

$$4860 = 13500 \times 10 \times h_{\text{زنج}} \Rightarrow h_{\text{زنج}} = 0/36 \text{ m} = 3/6 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow P_g = 3/6 \text{ cmHg}$$

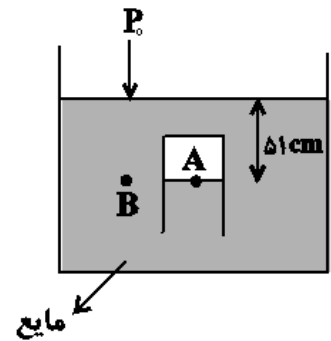


گزینه درست: ۴

سوال ۶۴

گزینه «۴»

ابتدا فشار هوای محیط را بر حسب سانتی متر جیوه محاسبه می‌کنیم:



$$P_o = \rho_{\text{جیوه}} g h_{\text{جیوه}} \xrightarrow[\rho_{\text{جیوه}} = 13600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}]{P_o = 95200 \text{ Pa}}$$

$$95200 = 13600 \times 10 \times h_{\text{جیوه}} \Rightarrow h_{\text{جیوه}} = 0.7 \text{ m} \Rightarrow h_{\text{جیوه}} = 70 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow P_o = 70 \text{ cmHg}$$

اکنون فشار در نقاط هم‌تراز A و B داخل یک مایع ساکن را مساوی هم قرار می‌دهیم:

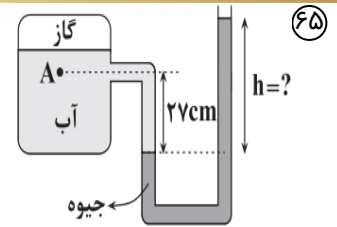
$$P_A = P_B \Rightarrow P_A = P_{\text{مایع}} + P_o \xrightarrow[\begin{smallmatrix} P_o = 70 \text{ cmHg} \\ P_A = 74/5 \text{ cmHg} \end{smallmatrix}]{}$$

$$74/5 = P_{\text{مایع}} + 70 \Rightarrow P_{\text{مایع}} = 4/5 \text{ cmHg} \Rightarrow h_{\text{جیوه}} = 4/5 \text{ cm}$$

در آخر، چگالی مایع را محاسبه می‌کنیم:

$$\rho_{\text{مایع}} h_{\text{مایع}} = \rho_{\text{جیوه}} \times h_{\text{جیوه}} \xrightarrow[\begin{smallmatrix} h_{\text{جیوه}} = 4/5 \text{ cm}, \rho_{\text{جیوه}} = 13/5 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \\ h_{\text{مایع}} = 51 \text{ cm} \end{smallmatrix}]{}$$

$$\rho_{\text{مایع}} \times 51 = 13/5 \times 4/5 \Rightarrow \rho_{\text{مایع}} = 1/2 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$



گزینه درست: ۴

سوال ۶۵

گزینه «۴»

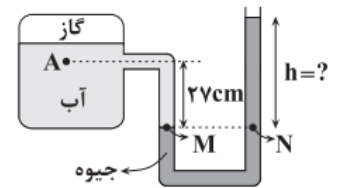
ابتدا فشار ناشی از ۲۷ سانتی‌متر آب را برحسب سانتی‌متر جیوه به دست می‌آوریم:

$$\rho_1 = 1 \frac{g}{cm^3}, h_1 = 27cm$$

$$(\rho_1 h_1)_{\text{آب}} = (\rho_2 h_2)_{\text{جیوه}} \Rightarrow \frac{1 \times 27}{\rho_2 = 13.6 \frac{g}{cm^3}} = 13.6/5 \times h_2$$

$$\Rightarrow h_2 = 2cm \Rightarrow P_2 = 2cmHg$$

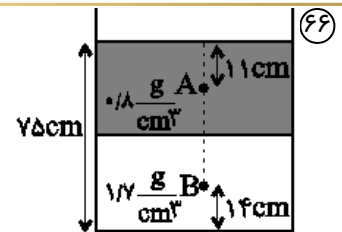
اکنون با توجه به این که طبق رابطه $P = \rho gh$ ، فشار $P_0 = 10^5 Pa$ معادل $P_0 = 76cmHg$ است، برای نقطه‌های هم‌تراز M و N که هر دو در یک مایع واقع‌اند، می‌توان نوشت:



$$P_M = P_N \Rightarrow P_A + P_{\text{آب}} = P_0 + P_{\text{جیوه}}$$

$$\frac{P_A = 105cmHg, P_0 = 76cmHg}{P_{\text{آب}} = 2cmHg} \rightarrow 105 + 2 = 76 + P_{\text{جیوه}}$$

$$\Rightarrow P_{\text{جیوه}} = 31cmHg \Rightarrow h = 31cm$$



گزینه درست: ۱

سوال ۶۶

گزینه «۱»

ابتدا فشار ناشی از دو مایع وارد بر کف ظرف را برحسب سانتی‌متر جیوه می‌یابیم:

$$P = P_1 + P_2 + P_0 \Rightarrow 82 = P_1 + P_2 + 76$$

$$\Rightarrow P_1 + P_2 = 6 \text{ cmHg} \quad (*)$$

حال فشار ناشی از ستون هر یک از مایعات را برحسب سانتی‌متر جیوه می‌یابیم:

$$\rho_2 h_2 = \rho_{\text{جیوه}} h_{\text{جیوه}} \Rightarrow 1/7 \times h_2 = 13/6 \times h_{\text{جیوه}} \Rightarrow h_{\text{جیوه}} = \frac{h_2}{\lambda}$$

$$\rho_1 h_1 = \rho_{\text{جیوه}} h_{\text{جیوه}} \Rightarrow 0.8 \times h_1 = 13/6 \times h_{\text{جیوه}} \Rightarrow h_{\text{جیوه}} = \frac{h_1}{17}$$

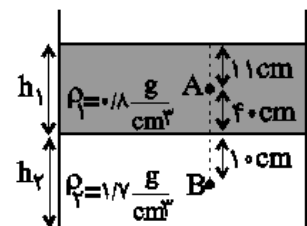
$$\xrightarrow{(*)} \frac{h_1}{17} + \frac{h_2}{\lambda} = 6$$

$$\Rightarrow 8h_1 + 17h_2 = 816 \xrightarrow{h_1 + h_2 = 75 \text{ cm}}$$

$$8(75 - h_2) + 17h_2 = 816 \Rightarrow 600 - 8h_2 + 17h_2 = 816$$

$$\Rightarrow 9h_2 = 216 \Rightarrow h_2 = \frac{216}{9} = 24 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow h_1 = 75 - 24 = 51 \text{ cm}$$

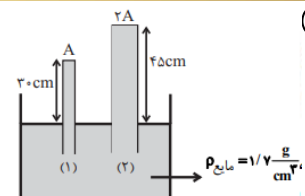


حال اختلاف فشار بین دو نقطه A و B برابر است با:

$$P_B = P_A + \rho_1 gh'_1 + \rho_2 gh'_2$$

$$\Rightarrow P_B - P_A = 0.8 \times 10^3 \times 10 \times 0.4 + 1.7 \times 10^3 \times 10 \times 0.1$$

$$\Rightarrow P_B - P_A = 4900 \text{ Pa}$$



گزینه درست: ۴

سوال ۶۷

گزینه «۴»

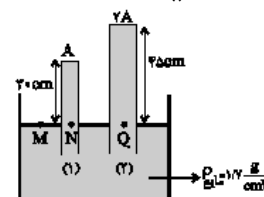
برای سادگی حل، ابتدا فشار ستون مایعات داخل هر یک از لوله‌ها را برحسب سانتی‌متر جیوه به دست می‌آوریم:

$$\text{در لوله (۱)}: \rho h_1 = \rho_{\text{جیوه}} h'_1 \Rightarrow h'_1 = \frac{1/7 \times 30}{13.6/6} = \frac{30}{\lambda} \text{ cm}$$

$$\Rightarrow P_1 = \frac{30}{\lambda} \text{ cmHg}$$

$$\text{در لوله (۲)}: \rho h_2 = \rho_{\text{جیوه}} h'_2 \Rightarrow h'_2 = \frac{1/7 \times 45}{13.6/6} = \frac{45}{\lambda} \text{ cm}$$

$$\Rightarrow P_2 = \frac{45}{\lambda} \text{ cmHg}$$



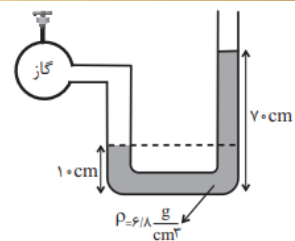
حال با توجه به برابری فشار در نقاط هم‌تراز یک مایع ساکن داریم:

$$P_M = P_N = P_Q$$

$$\Rightarrow P_0 = P_1 + P'_1 = P_2 + P'_2$$

$$\Rightarrow \begin{cases} P'_1 = P_0 - P_1 = 76 - \frac{30}{\lambda} = \frac{578}{\lambda} \text{ cmHg} \\ P'_2 = P_0 - P_2 = 76 - \frac{45}{\lambda} = \frac{563}{\lambda} \text{ cmHg} \end{cases}$$

$$F = P'_2 A \Rightarrow \frac{F_2}{F_1} = \frac{P'_2}{P'_1} \times \frac{A_2}{A_1} \Rightarrow \frac{F_2}{F_1} = \frac{563}{578} \times \frac{2A}{A} \simeq 1/95$$

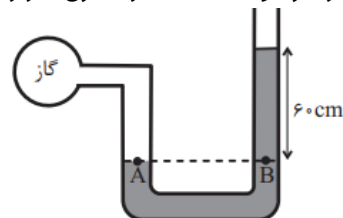


گزینه درست: ۲

سوال ۶۸

گزینه «۲»

در هر دو حالت، فشار مخزن گاز را می‌یابیم. در حالت اول، داریم:



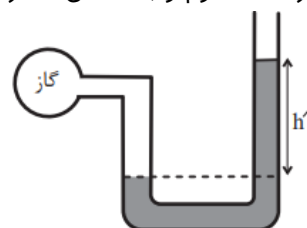
$$P_A = P_B$$

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

$$\Rightarrow P_{\text{گاز}} = 6/8 \times 10^3 \times 10 \times (70 - 10) \times 10^{-2} + 100 \times 10^3$$

$$\Rightarrow P_{\text{گاز}} = 140/8 \times 10^3 \text{ Pa} = 140/8 \text{ kPa}$$

در حالت دوم و با کاهش فشار مخزن گاز داریم:



$$P'_{\text{گاز}} = 0/9 P_{\text{گاز}} = 0/9 \times 140/8 = 126/72 \text{ kPa}$$

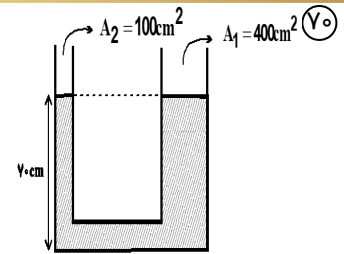
$$P'_{\text{گاز}} = \rho_{\text{مایع}} gh' + P_0$$

$$\Rightarrow 126/72 \times 10^3 = 6/8 \times 10^3 \times 10 \times h' + 100 \times 10^3$$

$$\Rightarrow h' \simeq 0/4 \text{ m} = 40 \text{ cm}$$

پس اختلاف ارتفاع سطح آزاد مایع در دو طرف لوله 40 cm می‌شود که در حقیقت سطح آزاد مایع در طرف راست لوله 10 cm کاهش پیدا می‌کند.





گزینه درست: ۴

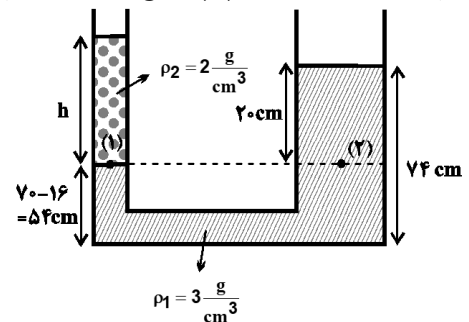
سوال ۷۰

گزینه «۴»

ارتفاع مایع جابه‌جا شده در دو طرف لوله با سطح مقطع رابطه عکس دارد. در شاخه سمت راست مایع باید به اندازه ۴ cm بالا بیاید. پس داریم:

$$\frac{h_2}{h_1} = \frac{A_1}{A_2} \Rightarrow \frac{h_2}{70} = \frac{400}{100} \Rightarrow h_2 = 280 \text{ cm}$$

بنابراین در شاخه سمت چپ مایع ۱۶ سانتی‌متر پایین می‌رود.

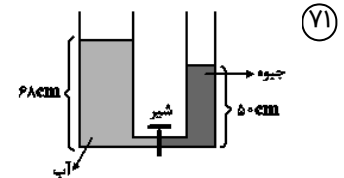


با مساوی قرار دادن فشار در نقاط ۱ و ۲ درون مایع، h به دست می‌آید.

$$P_1 = P_2 \Rightarrow \rho_2 g h_2 + P_0 = \rho_1 g h_1 + P_0 \Rightarrow 2 \times h = 3 \times 20$$

$$\Rightarrow h = 30 \text{ cm}$$

$$V' = A_2 \times h = 100 \times 30 = 3000 \text{ cm}^3$$



گزینه درست: ۱

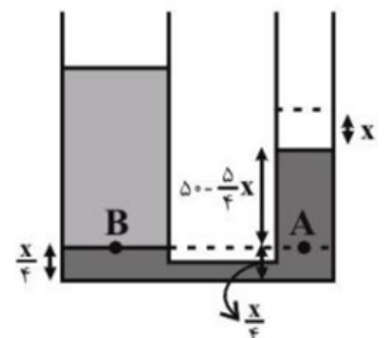
سوال ۷۱

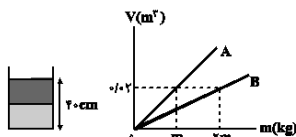
گزینه «۱»

فرض کنید سطح آزاد جیوه بعد از تعادل x سانتی‌متر پایین بیاید. چون سطح مقطع لوله در طرف چپ ۴ برابر سطح مقطع لوله در طرف راست است، ارتفاع جیوه در طرف چپ $\frac{x}{4}$ می‌شود. با توجه به برابری فشار در نقاط هم‌تراز یک مایع ساکن، داریم:

$$P_A = P_B \Rightarrow P_0 + \rho_{\text{جیوه}} g h_{\text{جیوه}} = P_0 + \rho_{\text{آب}} g h_{\text{آب}}$$

$$\Rightarrow 13/6 \times (50 - \frac{5}{4}x) = 1 \times 68 \Rightarrow x = 36 \text{ cm}$$





گزینه درست: ۳

سوال ۷۲

گزینه «۳»

با توجه به نمودار حجم برحسب جرم، چون به ازای حجم یکسانی، جرم مایع B، دو برابر جرم مایع A است، بنابراین چگالی مایع B نیز دو برابر چگالی مایع A خواهد شد.

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow \frac{\rho_B}{\rho_A} = \frac{m_B}{m_A} \times \frac{V_A}{V_B} = \frac{2m}{m} \times 1 \Rightarrow \frac{\rho_B}{\rho_A} = 2 \quad (*)$$

از طرفی چون حجم یکسانی از دو مایع را داخل ظرف استوانه‌ای ریخته‌ایم، داریم:

$$V_A = V_B \Rightarrow h_A A_A = h_B A_B \xrightarrow{A_A = A_B} h_A = h_B \quad (**)$$

$$h_A + h_B = 20 \text{ cm} \xrightarrow{(**)} h_A = h_B = 10 \text{ cm} \quad \text{از طرفی داریم:}$$

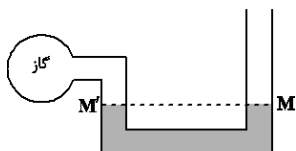
فشار کل وارد بر کف ظرف برابر با مجموع فشار هوا و فشار ناشی از دو مایع است. بنابراین داریم:

$$P = P_A + P_B + P_0 = \rho_A g h_A + \rho_B g h_B + P_0$$

$$\Rightarrow 1/72 \times 10^5 = \rho_A \times 10 \times 20 \times 10^{-2} + 2\rho_A \times 10 \times 20 \times 10^{-2} + 10^5$$

$$\Rightarrow \rho_A = 12 \times 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\rho_A = \frac{m}{V_A} \Rightarrow 12 \times 10^3 = \frac{m}{2 \times 10^{-2}} \Rightarrow m = 240 \text{ kg}$$

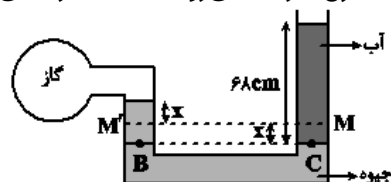


گزینه درست: ۴

سوال ۷۳

گزینه «۴»

با توجه به هم سطح بودن جیوه در دو شاخه، در ابتدا فشار گاز درون مخزن با فشار هوای بیرون برابر است. با اضافه کردن آب به شاخه سمت راست و بعد از ایجاد تعادل، جیوه به اندازه x در شاخه سمت راست پایین رفته و به اندازه x در شاخه متصل به مخزن گاز بالا می‌رود. ابتدا فشار ناشی از ستونی از آب به ارتفاع ۶۸ cm را برحسب cmHg محاسبه می‌کنیم.



$$(\rho h)_{\text{آب}} = (\rho h)_{\text{Hg}} \Rightarrow 1 \times 68 = 13/6 \times h_{\text{Hg}}$$

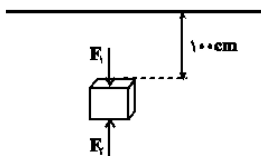
$$\Rightarrow h_{\text{Hg}} = 5 \text{ cm} \Rightarrow P_{\text{آب}} = 5 \text{ cmHg}$$

اکنون فشار نقاط هم‌تراز B و C را مساوی قرار می‌دهیم.

$$P_B = P_C \Rightarrow 2x + P_{\text{گاز}} = P_0 + P_{\text{آب}}$$

$$\Rightarrow P_{\text{گاز}} - P_0 = P_{\text{آب}} - 2x = 5 - 2x$$

$$\Rightarrow 2 = 5 - 2x \Rightarrow x = 1/2 \text{ cm}$$



گزینه درست: ۳

سوال ۷۴

گزینه «۳»

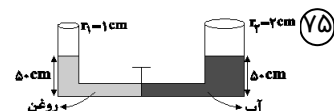
$$F = P \times A = (P_0 + \rho gh) \times A$$

$$\Rightarrow \frac{F_1}{F_2} = \frac{P_0 + \rho gh_1}{P_0 + \rho gh_2} \xrightarrow{h_1 = 100 \text{ cm}, h_2 = 120 \text{ cm}} \frac{F_1}{F_2} = \frac{10^5 + 10^3 \times 10 \times 1}{10^5 + 10^3 \times 12 \times 1} = \frac{11}{12} = \frac{55}{60}$$

$$\Rightarrow \frac{F_1}{F_2} = \frac{10^3 (10+1)}{10^3 (12+1)} = \frac{11}{13} = \frac{55}{60}$$

باید توجه کرد که در صورتی که نیروی وارده، فقط از طرف مایع، بدون در نظر گرفتن فشار هوا خواسته شود، خواهیم داشت:

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{h_1}{h_2} = \frac{100}{120} = \frac{5}{6}$$



گزینه درست: ۳

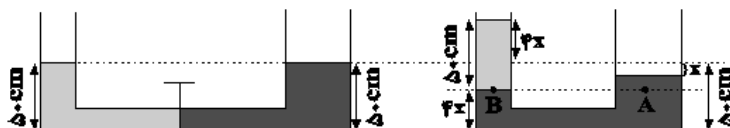
سوال ۷۵

گزینه «۳»

بعد از بازکردن شیر و به تعادل رسیدن دو مایع، آب وارد ظرف طرف چپ می‌شود. اما حجم مایع جابه‌جا شده در دو طرف یکسان است و داریم:

$$V_{\text{چپ}} = V_{\text{راست}} \Rightarrow \pi (r)^2 h_1 = \pi (2r)^2 h_2 \Rightarrow h_1 = 4h_2$$

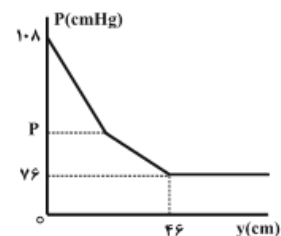
یعنی اگر آب x پایین آید، روغن 4x بالا می‌رود و می‌توان طبق شکل نوشت:



$$P_A = P_B \Rightarrow (\rho gh)_{\text{آب}} = (\rho gh)_{\text{روغن}}$$

$$\Rightarrow 1 \times (50 - 5x) = 4 \times 50$$

$$50 - 5x = 200 \Rightarrow 200 = 5x \Rightarrow x = 40 \text{ cm}$$



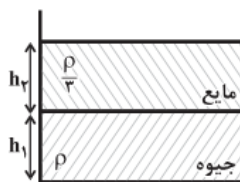
گزینه درست: ۱

سوال ۷۶

گزینه «۱»

ظرف حاوی دو مایع اختلاطناپذیر را اگر مطابق شکل فرض کنیم، با توجه به نمودار، پس از ۴۶cm که از کف ظرف بالا می‌آییم، فشار ثابت و برابر با ۷۶cmHg می‌شود، پس به سطح مایع رسیده‌ایم و بنابراین:

$$h_1 + h_2 = ۴۶\text{cm} \quad (۱)$$



مطابق نمودار فشار در کف ظرف ۱۰۸cmHg است. بنابراین:

$$h_1 + h'_2 + ۷۶ = ۱۰۸$$

$$\Rightarrow h_1 + h'_2 = ۳۲ \quad (۲)$$

که در آن h'_2 فشار حاصل از مایع بالایی است که به سانتی‌متر جیوه تبدیل شده است:

$$h_2 \times \frac{\rho}{3} = h'_2 \times \rho \Rightarrow h'_2 = \frac{h_2}{3} \quad (۳)$$

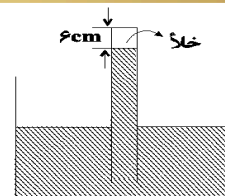
با استفاده از رابطه‌های (۱)، (۲) و (۳) داریم:

$$\begin{cases} \xrightarrow{(۳),(۲)} h_1 + \frac{h_2}{3} = ۳۲ \\ \xrightarrow{(۱)} h_1 + h_2 = ۴۶ \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} h_1 = ۲۵\text{cm} \\ h_2 = ۲۱\text{cm} \end{cases}$$

بنابراین:

$$P = ۱۰۸ - h_1 = ۱۰۸ - ۲۵ \Rightarrow P = ۸۳\text{cmHg}$$

۷۷



گزینه درست: ۴

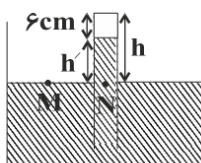
سوال ۷۷

گزینه «۴»

ابتدا طولی از لوله که در حالت اول خارج از ظرف دارد را محاسبه می‌کنیم؛ با استفاده از برابری فشار در نقاط هم‌تراز یک مایع ساکن داریم:

$$P_N = P_M \Rightarrow P_N = P_0 = 75 \text{ cmHg} = h'$$

$$h = h' + 6 = 75 + 6 = 81 \text{ cm}$$



برای حالت دوم، لازم است با داشتن نیروی وارد بر انتهای لوله، فشار وارد بر آن را بر حسب سانتی‌متر جیوه به دست آوریم:

$$P = \frac{F}{A} \Rightarrow F = P \times A \xrightarrow{P=\rho gh} 5/1 = 13600 \times 10 \times h_{Hg} \times 5 \times 10^{-7}$$

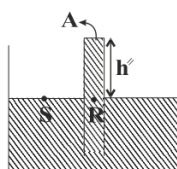
$$\Rightarrow h_{Hg} = \frac{5/1}{68} = \frac{3}{68} \text{ m} = 7/5 \text{ cm} \Rightarrow P_A = 7/5 \text{ cmHg}$$

حال طولی از لوله که در حالت دوم خارج از ظرف دارد را به دست می‌آوریم:

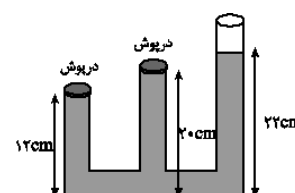
$$P_S = P_R \Rightarrow P_0 = P_A + h'' \Rightarrow h'' = P_0 - P_A$$

$$\Rightarrow h'' = 75 - 7/5 = 67/5 \text{ cm}$$

$$\Delta h = h - h'' = 81 - 67/5 = 13/5 \text{ cm}$$



۷۸



گزینه درست: ۴

سوال ۷۸

گزینه «۴»

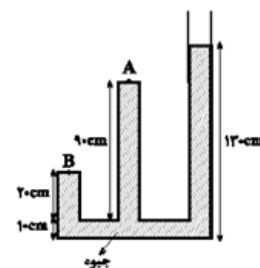
درپوشی که پایین‌تر قرار گرفته، فشار و نیروی بیشتری را تحمل می‌کند. فرض می‌کنیم به درپوش پایینی بیشترین نیروی قابل تحمل وارد می‌شود:

$$P = \frac{F_{\max}}{A} \Rightarrow P = \frac{28}{80 \times 10^{-6}} = 3500 \text{ Pa}$$

$$P = \rho gh \Rightarrow 3500 = 1000 \times 10 \times h \Rightarrow h = 0.14 \text{ m}$$

به عبارتی زمانی که فاصله درپوش پایینی از سطح آزاد مایع ۱۴ cm می‌شود، به این درپوش حداکثر نیروی قابل تحمل وارد می‌شود.

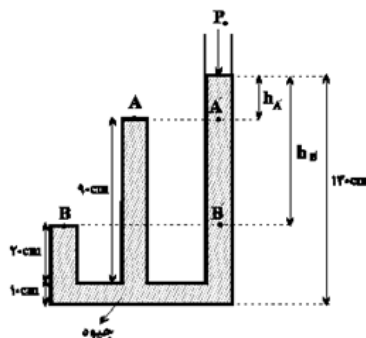
در موقعیت شکل داده شده فاصله درپوش پایینی از سطح آزاد مایع، ۱۰ cm است، پس می‌تواند ۴ cm مایع اضافه کنیم. ارتفاع زیاد شود، یعنی می‌توانیم ۳۲ cm مایع اضافه کنیم.



گزینه درست: ۲

سوال ۷۹

گزینه «۲»



طبق شکل بالا، نقطه‌های هم‌تراز نقاط A و B یعنی A' و B' را در شاخه سمت راست پیدا کرده و فاصله آن‌ها را از سطح آزاد جیوه تعیین می‌کنیم:

$$h_{A'} = 130 - (90 + 10) = 30 \text{ cm}$$

$$h_{B'} = 130 - (20 + 10) = 100 \text{ cm}$$

اکنون با توجه به برابری فشار در نقاط هم‌تراز از مایع ساکن، داریم:

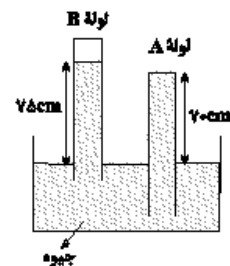
$$P_A = P_{A'} = P_0 + h_{A'} \Rightarrow P_A = P_0 + 30(\text{cmHg})$$

$$P_B = P_{B'} = P_0 + h_{B'} \Rightarrow P_B = P_0 + 100(\text{cmHg})$$

طبق اطلاعات داده شده در سؤال، فشار در نقطه ۱/۷ B، برابر فشار در نقطه A است، پس:

$$P_B = 1/7 P_A \Rightarrow P_0 + 100 = 1/7 (P_0 + 30)$$

$$\Rightarrow P_0 + 100 = 1/7 P_0 + 51 \Rightarrow 6/7 P_0 = 49 \Rightarrow P_0 = 70 \text{ cmHg}$$



گزینه درست: F

سوال ۸۰

گزینه «F»

در سؤال هیچ اشاره‌ای نشده که در انتهای لوله B گاز وجود دارد یا خلأ است. با فرض این که مقداری گاز در انتهای لوله B محبوس است، داریم:

$$P_1 = P_2 \Rightarrow \gamma_{\text{Hg}} h_{\text{B}} + P_{\text{انتهای لوله B}} = \gamma_{\text{Hg}} h_{\text{A}} + P_{\text{انتهای لوله A}}$$

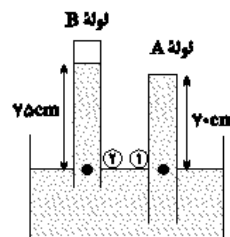
$$\Rightarrow P_{\text{انتهای لوله A}} = \gamma_{\text{Hg}} h_{\text{A}} + P_{\text{انتهای لوله B}}$$

اگر در انتهای لوله B، گازی نبوده و خلأ باشد، فشاری که به انتهای لوله A وارد می‌گردد، ولی چون در این مورد مطلبی گفته نشده، فشاری که به انتهای لوله A وارد می‌شود از $\gamma_{\text{Hg}} h_{\text{A}}$ بزرگ‌تر است و داریم:

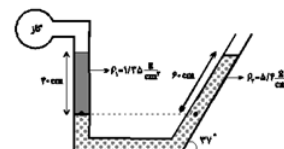
$$P_{\text{min}} = \gamma_{\text{Hg}} h_{\text{A}}$$

$$\Rightarrow P_{\text{min}} = \rho g h = 13.6 \times 10^3 \times 10 \times 0.05 = 6800 \text{ Pa}$$

$$F_{\text{min}} = P_{\text{min}} A = 6800 \times (10 \times 10^{-4}) = 6.8 \text{ N}$$



پس نیرویی که به انتهای لوله A وارد می‌شود، حداقل 6.8 N است.



گزینه درست: ۱

سوال ۸۱

گزینه «۱»

ابتدا ارتفاع ستون جیوه معادل هریک از مایع‌ها را به دست می‌آوریم:

$$\rho_1 h_1 = \rho_{\text{جیوه}} (h_1)_{\text{جیوه}}$$

$$\Rightarrow 1/35 \times 40 = 13/5 \times (h_1)_{\text{جیوه}} \Rightarrow (h_1)_{\text{جیوه}} = 4 \text{ cm}$$

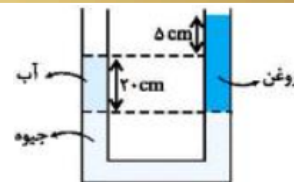
$$\rho_2 h_2 = \rho_{\text{جیوه}} (h_2)_{\text{جیوه}}$$

$$\Rightarrow 5/4 \times (60 \times \sin 37^\circ) = 13/5 \times (h_2)_{\text{جیوه}} \Rightarrow (h_2)_{\text{جیوه}} = 14/5 \text{ cm}$$

اکنون با توجه به برابری فشار در نقاط هم‌تراز مایع (۲)، می‌توان نوشت:

$$P_{\text{ز}} + P_1 = P_0 + P_2 \Rightarrow \frac{P_1 = 4 \text{ cmHg}}{P_2 = 14/5 \text{ cmHg}}$$

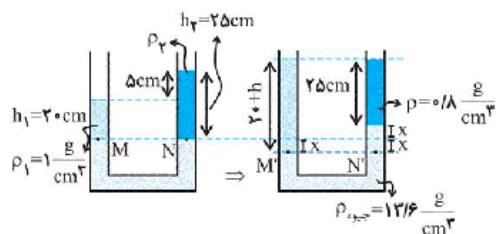
$$P_{\text{ز}} - P_0 = 14/5 - 4 \Rightarrow P_{\text{نیمانه ای}} = 10/5 \text{ cmHg}$$



گزینه درست: ۳

سوال ۸۲

گزینه «۳»



(۱)

(۲)

در این مسئله، مطابق شکل (۱) ۳ مایع در تعادلند، مسأله از ما خواسته است که چند سانتی‌متر به ارتفاع ستون آب (در شاخه سمت چپ) اضافه کنیم تا سطح آزاد آب و روغن در یک تراز قرار گیرند. یعنی شبیه شکل (۲) شوند.

برای حل ابتدا لازم است چگالی روغن را بر اساس شکل (۱) بیابیم. دو نقطه هم‌تراز M و N در جیوه، هم‌فشارند بنابراین داریم:

$$P_M = P_N \Rightarrow \rho_1 h_1 = \rho_2 h_2 \xrightarrow{\text{مطابق شکل (۱)}} 1 \times 20 = 25 \rho_2 \Rightarrow \rho_2 = 0.8 \frac{g}{cm^3}$$

حال به تحلیل شکل (۲) و حل نهایی مسئله می‌پردازیم. همان‌طور که مشاهده می‌کنید سطح جیوه در شاخه سمت چپ به اندازه x به پایین و در شاخه سمت راست به ناچار به همان اندازه (x) به بالا می‌رود و اختلاف سطح جیوه در دو شاخه در حالت جدید (شکل ۲) برابر ۲x خواهد شد، در خط تراز جدید، M' و N' هم‌تراز و هم‌فشارند، بنابراین داریم:

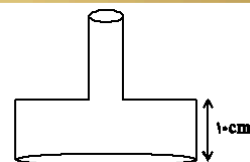
$$P_{M'} = P_{N'} \Rightarrow \rho_{\text{آب}} h_{\text{آب}} = \rho_{\text{روغن}} h_{\text{روغن}} + \rho_{\text{جیوه}} h_{\text{جیوه}} \Rightarrow 1(20 + h) = 25 \times 0.8 + 13.6(2x) \Rightarrow 20 + h = 20 + 27.2x \Rightarrow h = 27.2x \quad (۱)$$

حال دو مجهول x و h داریم. اما مسئله h را از ما می‌خواهد. بنابراین معادله را برحسب متغیر h تبدیل کرده و حل می‌کنیم. برای این کار از شکل (۲) کمک می‌گیریم، چون سطح آزاد مایع‌ها در دو شاخه در یک خط افقی قرار دارند. تساوی زیر را داریم:

$$20 + h = 25 + 2x \Rightarrow 2x = h - 5 \Rightarrow x = \frac{1}{2}(h - 5) \quad (۲)$$

حال از ترکیب (۱) و (۲) داریم:

$$h = 27.2 \times \frac{1}{2}(h - 5) \xrightarrow{\text{در ۲ ضرب میکنیم}} 2h = 27.2h - 136 \Rightarrow h \cong 5.4 \text{ cm}$$



گزینه درست: ۳

سوال ۸۳

ابتدا مساحت سطح مقطع پایین ظرف را می‌یابیم و سپس حجم آن را حساب می‌کنیم:

$$A_1 = \pi r^2 \xrightarrow{r = \frac{D}{2}} A_1 = \pi \frac{D^2}{4}$$

$$\xrightarrow{D=10\text{cm}} A_1 = \pi \times \frac{10^2}{4} \Rightarrow A_1 = 78.5\text{cm}^2$$

$$V_1 = A_1 h_1 \xrightarrow{h_1=10\text{cm}} V_1 = 78.5 \times 10 \Rightarrow V_1 = 785\text{cm}^3$$

اکنون مشخص می‌کنیم از ۱۵ لیتر مایع چند لیتر آن در قسمت باریک ظرف جای می‌گیرد و سپس ارتفاع قسمت باریک را حساب می‌کنیم. چون هر لیتر برابر با 1000cm^3 است، بنابراین حجم کل مایع $V = 15 \times 1000 = 15000\text{cm}^3$ است که $V_1 = 785\text{cm}^3$ از آن در قسمت پایین ظرف و $V_2 = 15000 - 785 = 14215\text{cm}^3$ از آن در قسمت باریک ظرف جای می‌گیرد. با توجه به این که مساحت سطح مقطع قسمت باریک ظرف 100cm^2 است، ارتفاع آن برابر است با:

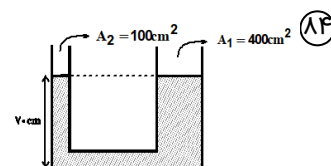
$$V_2 = A_2 h_2 \xrightarrow{A_2=100\text{cm}^2, V_2=14215\text{cm}^3} 14215 = 100 \times h_2$$

$$\Rightarrow h_2 = 142.15\text{cm}$$

اکنون با محاسبات زیر، چگالی مایع را پیدا می‌کنیم. ارتفاع مایعی که بر کف ظرف فشار وارد می‌کند، برابر با $h = h_1 + h_2 = 10 + 142.15 = 152.15\text{cm}$ است. در این حالت داریم:

$$\begin{cases} P = \rho gh \\ F = PA_1 \end{cases} \Rightarrow F = \rho gh A_1 \xrightarrow{h=152.15\text{cm}=1.5215\text{m}, F=2400\text{N}, A_1=78.5\text{cm}^2=7.85 \times 10^{-3}\text{m}^2}$$

$$2400 = \rho \times 10 \times 9.8 \times 7.85 \times 10^{-3} \Rightarrow \rho = 3000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$



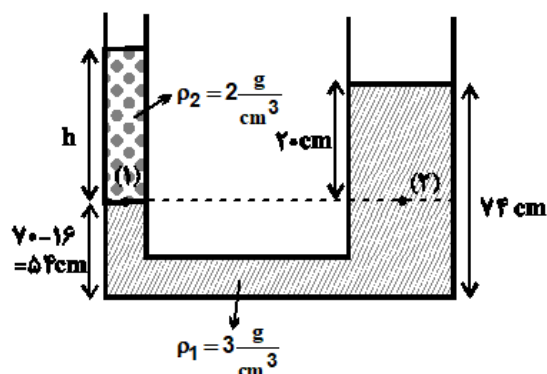
گزینه درست: ۴

سوال ۸۴

ارتفاع مایع جابه‌جا شده در دو طرف لوله با سطح مقطع رابطه عکس دارد. در شاخه سمت راست مایع باید به اندازه ۴cm بالا بیاید. پس داریم:

$$\frac{h_2}{h_1} = \frac{A_1}{A_2} \Rightarrow \frac{h_2}{4} = \frac{400}{100} \Rightarrow h_2 = 16\text{cm}$$

بنابراین در شاخه سمت چپ مایع ۱۶ سانتی‌متر پایین می‌رود.



با مساوی قرار دادن فشار در نقاط ۱ و ۲ درون مایع، h به دست می‌آید.

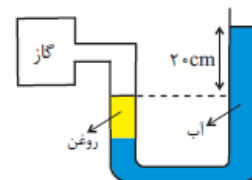
$$P_1 = P_2$$

$$\Rightarrow \rho_2 gh_2 + P_0 = \rho_1 gh_1 + P_0 \Rightarrow 2 \times h = 3 \times 20$$

$$\Rightarrow h = 30\text{cm}$$

$$V' = A_2 \times h = 100 \times 30 = 3000\text{cm}^3$$

(۸۵)

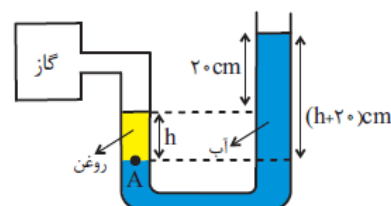


گزینه درست: ۱

سوال ۸۵

گزینه‌ی «۱»

فشار در مرز مشترک دو مایع ثابت است، لذا داریم:



$$\begin{aligned}
 P_{\text{گاز}} + (\rho g h)_{\text{روغن}} &= (\rho g h)_{\text{آب}} + P_0 \\
 \Rightarrow P_{\text{گاز}} - P_0 &= \rho_{\text{آب}} g h_{\text{آب}} - \rho_{\text{روغن}} g h_{\text{روغن}} \\
 P_{\text{گاز}} - P_0 &= 3200 \text{ Pa} \\
 \rho_{\text{آب}} &= \frac{1000 \text{ kg}}{\text{m}^3}, \quad \rho_{\text{روغن}} = \frac{800 \text{ kg}}{\text{m}^3}, \quad g = 10 \text{ m/s}^2 \\
 \Rightarrow 1000(h + 20) - 800h &= 3200 \\
 \Rightarrow 200h &= 1200 \Rightarrow h = 6 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

حال فشار کل در نقطه A مرز مشترک دو مایع برابر است با:

$$\begin{aligned}
 P_A &= \rho_{\text{آب}} g h_{\text{آب}} + P_0 \Rightarrow P_A = 10^3 \times 10 \times 10 \times 10^{-2} + 10^5 \\
 &= 108000 \text{ Pa} = 108 \text{ kPa}
 \end{aligned}$$

(۸۶)



گزینه درست: ۲

سوال ۸۶

گزینه‌ی «۲»

ابتدا نسبت سطح بزرگتر مخروط (A_2) را به سطح کوچکتر مخروط (A_1) می‌یابیم:

$$\frac{A_2}{A_1} = \frac{\pi r_2^2}{\pi r_1^2} = 2^2 = 4$$

سپس فشار وارد بر سطح افقی را در دو حالت برابر قرار می‌دهیم. داریم:

$$P_2 = P_1 \Rightarrow \frac{F_2}{A_2} = \frac{F_1}{A_1}$$

اگر وزن مخروط را با W و وزن اضافه شده در حالت دوم را با W' نشان دهیم:

$$\begin{aligned}
 \frac{W + W'}{A_2} &= \frac{W}{A_1} \xrightarrow{A_2 = 4A_1} \frac{W + W'}{4} = \frac{W}{1} \\
 \Rightarrow W' &= 3W
 \end{aligned}$$

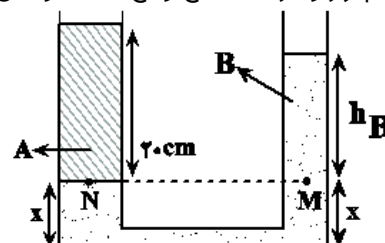
گزینه «۲»

ابتدا نسبت چگالی مایع A به چگالی مایع B را به دست می آوریم:

$$\frac{\rho_A}{\rho_B} = \frac{\frac{m_A}{V_A}}{\frac{m_B}{V_B}} \xrightarrow{m_A = 1/5 m_B, V_B = F_0 \times A_B} \frac{\rho_A}{\rho_B} = \frac{\frac{1/5 m_B}{F_0 \times A_B}}{\frac{m_B}{F_0 \times A_B}} = \frac{F_0}{5 F_0} = \frac{1}{5}$$

$$\Rightarrow \frac{\rho_A}{\rho_B} = \frac{1}{5} = \frac{r}{F}$$

با توجه به اینکه $\rho_B > \rho_A$ است، با باز شدن شیر رابط مایع B وارد شاخه سمت چپ می شود؛ بنابراین چون نقاط N و M هم تراز و در یک مایع واقع اند، با نوشتن رابطه برابری فشار در نقاط N و M داریم:



$$P_N = P_M \Rightarrow \rho_A g h_A + P_0 = \rho_B g h_B + P_0 \Rightarrow \rho_A h_A = \rho_B h_B$$

$$\frac{\rho_A}{\rho_B} = \frac{h_B}{h_A} \xrightarrow{\frac{\rho_A}{\rho_B} = \frac{r}{F}, h_A = 20 \text{ cm}} \frac{r}{F} = \frac{h_B}{20} \Rightarrow h_B = 15 \text{ cm}$$

در آخر، با توجه به برابری حجم مایع B در حالت اول و دوم داریم:

$$(h_B + x) A_B + x A_A = F_0 \times A_B \xrightarrow{A_A = F A_B, h_B = 15 \text{ cm}} (15 + x) A_B + x \times F A_B = F_0 A_B \Rightarrow 15 + x + F x = F_0$$

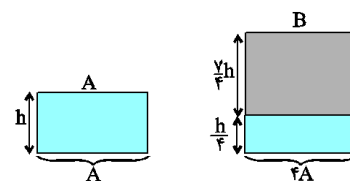
$$\Rightarrow x = 5 \text{ cm}$$

بنابراین فاصله سطح آزاد مایع A از پایین لوله برابر است با:

$$h'_A = 20 + x = 20 + 5 \Rightarrow h'_A = 25 \text{ cm}$$

گزینه «۴»

اگر تمام جیوه ظرف A را به ظرف B منتقل کنیم، ارتفاع جیوه در ظرف B برابر با $\frac{h}{F}$ خواهد شد. حال مطابق شکل زیر اگر باقی ظرف را با مایع دیگر پر کنیم، ارتفاع آن برابر $\frac{V}{F}$ خواهد شد.

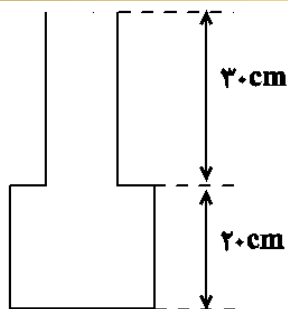


حال با توجه به رابطه فشار مایع داریم:

$$P = \rho g h$$

$$\Rightarrow \frac{P_1}{P_2} = \frac{\rho_1 g h_1}{\rho_2 g h_2} = \frac{g h_1 (\frac{1}{F} \rho_{\text{جیوه}} + \frac{V}{F} \rho_{\text{مایع}})}{g h_2 \rho_{\text{جیوه}}}$$

$$\Rightarrow \frac{P_1}{P_2} = \frac{\frac{1}{F} \times 13/6 + \frac{V}{F} \times 6/8}{13/6} = \frac{1}{F} + \frac{V}{8} = \frac{9}{8}$$



گزینه درست: ۱

سوال ۸۹

گزینه «۱»

ابتدا حجم روغن ریخته شده در ظرف را محاسبه می‌کنیم. به همین منظور برای سازگاری یکاها، چگالی مایع را برحسب گرم بر سانتی‌متر مکعب به دست می‌آوریم:

$$\rho = 0.6 \frac{kg}{L} \times \frac{10^3 g}{1 kg} \times \frac{1 L}{10^3 cm^3} = 0.6 \frac{g}{cm^3}$$

$$\rho_{روغن} = \frac{m_{روغن}}{V_{روغن}} \Rightarrow v_{روغن} = \frac{m_{روغن}}{\rho_{روغن}} = \frac{180 g}{0.6 \frac{g}{cm^3}} = 300 cm^3$$

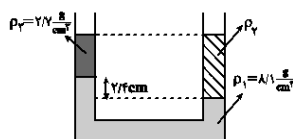
اکنون حجم قسمت پهن ظرف را به دست می‌آوریم: $V = Ah = 12 \times 20 = 240 cm^3$ همان‌طور که مشاهده می‌کنید، حجم کل روغن ($V = 300 cm^3$) از حجم قسمت پهن ظرف ($V = 240 cm^3$) بیشتر است؛ در نتیجه، روغن وارد قسمت باریک ظرف خواهد شد. در این حالت حجم روغن وارد شده در قسمت باریک ظرف برابر $300 - 240 = 60 cm^3$ است. بنابراین ارتفاع روغن در قسمت باریک لوله برابر است با:

$$V' = A'h' \Rightarrow 60 = 5h' \Rightarrow h' = 12 cm$$

پس فاصله سطح آزاد روغن از کف ظرف برابر $20 + 12 = 32 cm$ خواهد شد. اکنون با استفاده از رابطه $F = PA$ نیروی وارد بر کف ظرف از طرف روغن را به دست می‌آوریم:

$$F = PA \xrightarrow{P=\rho g(h+h')} F = 600 \times 10 \times \frac{32}{100} \times 12 \times 10^{-4} = 2/304 N$$

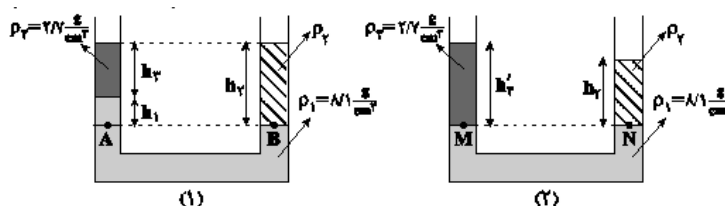
۹۰



گزینه درست: ۴

سوال ۹۰

گزینه «۴»



در حالت اول و مطابق شکل (۱)، با استفاده از برابری فشار در نقاط هم‌تراز یک مایع ساکن، می‌توان نوشت:

$$P_A = P_B \Rightarrow P_0 + \rho g h_1 + \rho_p g h_p = P_0 + \rho_p g h_p$$

$$\Rightarrow \rho_1 h_1 + \rho_p h_p = \rho_p h_p \quad (*)$$

در حالت دوم و مطابق شکل (۲)، با اضافه کردن مایع با چگالی ρ_p به شاخه سمت چپ و استفاده از برابری فشار در نقاط هم‌تراز یک مایع ساکن، می‌توان نوشت:

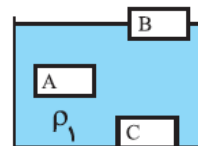
$$P_M = P_N \Rightarrow P_0 + \rho_p g h'_p = P_0 + \rho_p g h_p$$

$$\Rightarrow \rho_p h'_p = \rho_p h_p \quad (**)$$

بنابراین:

$$\xrightarrow{(**), (*)} \rho_1 h_1 + \rho_p h_p = \rho_p h'_p \Rightarrow h'_p - h_p = \frac{\rho_1}{\rho_p} h_1$$

$$\Rightarrow h'_p - h_p = \frac{1/1}{2/2} \times 2/2 = 2/2 cm$$

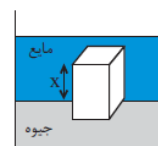


گزینه درست: ۳

سوال ۹۱

گزینه ی «۳»

می دانیم وقتی چگالی جسم از مایع کم تر باشد، جسم روی سطح مایع شناور می شود، پس $\rho_B < \rho_1$ چون $\rho_1 < \rho_2$ می باشد، بنابراین $\rho_B < \rho_2$ و در نتیجه جسم B روی سطح مایع (۲) هم شناور می ماند. وقتی چگالی جسم با چگالی مایع یکسان باشد، جسم در مایع غوطه ور می شود. پس $\rho_A = \rho_1 < \rho_2$ در نتیجه جسم A هم روی سطح مایع (۲) شناور است. وقتی چگالی جسم بیش تر از چگالی مایع باشد، فرو می رود و ته نشین می شود؛ پس $\rho_C > \rho_1$ و چون $\rho_1 < \rho_2$ است، نمی توان ρ_C را با ρ_2 مقایسه کرد. پس در مورد جسم C نمی توان اظهار نظر قطعی کرد.

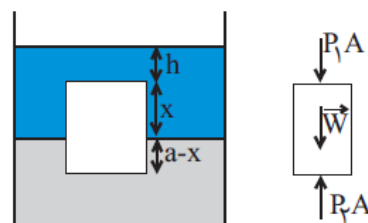


گزینه درست: ۱

سوال ۹۲

گزینه ی «۱»

با توجه به تعادل جسم داریم:



$$P_2 = \frac{W}{A} + P_1$$

$$P_2 A = W + P_1 A \Rightarrow (P_2 - P_1) A = W$$

$$\Rightarrow (\rho_{\text{مایع}} g(h+x) + \rho_{\text{جیوه}} g(a-x) - \rho_{\text{مایع}} gh) A = mg$$

$$\Rightarrow (\rho_{\text{مایع}} x + \rho_{\text{جیوه}} (a-x)) A = m$$

$$\rho_{\text{مایع}} = 1/6 \frac{g}{cm^3} = 1/6 \times 10^3 \frac{kg}{m^3}$$

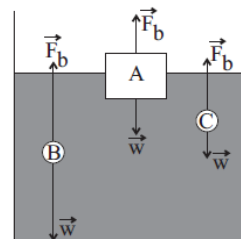
$$\rho_{\text{جیوه}} = 13/6 \frac{g}{cm^3} = 13/6 \times 10^3 \frac{kg}{m^3}$$

$$(1/6 \times 10^3 x + 13/6 \times 10^3 (0.2 - x)) \times 4 \times 10^{-2} = 51/2$$

$$\Rightarrow 64x + 108/8 - 544x = 51/2$$

$$\Rightarrow 480x = 57/6 \Rightarrow x = 0.12m = 12cm$$

۹۳

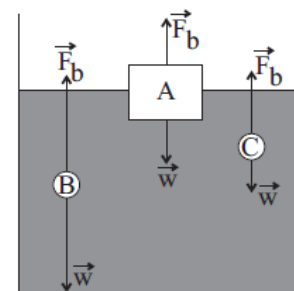


گزینه درست: ۳

سوال ۹۳

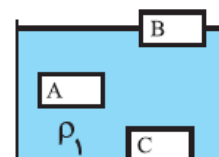
گزینه «۳»

با مقایسه اندازه طول بردار نیروی وزن و نیروی شناوری وارد بر هر یک از اجسام، جهت نیروی خالص وارد بر هر جسم را می‌یابیم و در مورد وضعیت آن اظهار نظر می‌کنیم:



- ۱) جسم A : طول بردار نیروی وزن و نیروی شناوری یکسان است، لذا نیروی خالص وارد بر آن صفر و در نتیجه جسم به حال تعادل بر روی سطح مایع قرار می‌گیرد که در این حالت می‌گوییم جسم شناور است.
- ۲) جسم B : طول بردار نیروی وزن و نیروی شناوری یکسان است، لذا نیروی خالص وارد بر جسم صفر است و در نتیجه جسم به حال تعادل در همان سطح باقی می‌ماند و در این حالت می‌گوییم جسم در حالت غوطه‌وری قرار دارد.
- ۳) جسم C : طول بردار نیروی شناوری بزرگتر از طول بردار نیروی وزن است، لذا نیروی خالص وارد بر جسم به طرف بالا است و در نتیجه جسم به طرف سطح مایع حرکت می‌کند و حرکت جسم به طرف بالا خواهد بود.

۹۴

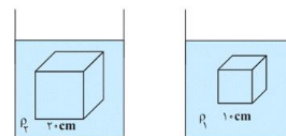


گزینه درست: ۳

سوال ۹۴

گزینه «۳»

- می‌دانیم وقتی چگالی جسم از مایع کم‌تر باشد، جسم روی سطح مایع شناور می‌شود، پس $\rho_B < \rho_1$ چون $\rho_1 < \rho_2$ می‌باشد، بنابراین $\rho_B < \rho_2$ و در نتیجه جسم B روی سطح مایع (۲) هم شناور می‌ماند.
- وقتی چگالی جسم با چگالی مایع یکسان باشد، جسم در مایع غوطه‌ور می‌شود. پس $\rho_A = \rho_1 < \rho_2$ در نتیجه جسم A هم روی سطح مایع (۲) شناور است.
- وقتی چگالی جسم بیش‌تر از چگالی مایع باشد، فرو می‌رود و ته‌نشین می‌شود؛ پس $\rho_C > \rho_1$ و چون $\rho_1 < \rho_2$ است، نمی‌توان ρ_C را با ρ_2 مقایسه کرد. پس در مورد جسم C نمی‌توان اظهار نظر قطعی کرد.

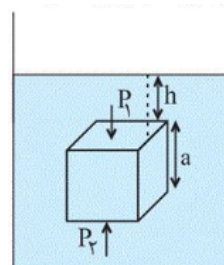


گزینه درست: ۲

سوال ۹۵

گزینه «۲»

اختلاف اندازه نیروی وارد بر بالا و پایین سطح مکعب برابر است با:

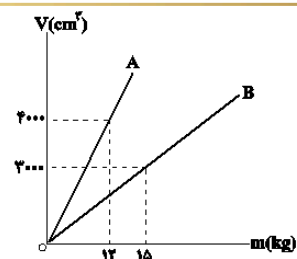


$$\Delta F = P_2 A - P_1 A = (P_2 - P_1) A$$

$$\Rightarrow \Delta F = (\rho g(h+a) - \rho gh) A = \rho g a A$$

حال با نوشتن رابطه مقایسه‌ای به صورت زیر داریم:

$$\begin{aligned} \frac{\Delta F_2}{\Delta F_1} &= \frac{\rho_2}{\rho_1} \times \frac{a_2}{a_1} \times \frac{A_2}{A_1} \xrightarrow{A=a^2} \\ \frac{\Delta F_2}{\Delta F_1} &= \frac{\rho_2}{\rho_1} \times \left(\frac{a_2}{a_1}\right)^3 \xrightarrow{\substack{\rho_2 = 2 \\ \rho_1 = 1 \\ a_2 = 2 \text{ cm}, a_1 = 1 \text{ cm}}} \\ \frac{\Delta F_2}{\Delta F_1} &= \frac{2}{1} \times (2)^3 = \frac{16}{1} \end{aligned}$$



گزینه درست: ۳

سوال ۹۶

گزینه «۳»

ابتدا با استفاده از داده‌های روی نمودار داده شده در سؤال، چگالی فلزهای A و B را می‌یابیم:

$$\rho_A = \frac{m_A}{V_A} = \frac{12 \text{ kg}}{4000 \text{ cm}^3} = 3 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

$$\rho_B = \frac{m_B}{V_B} = \frac{15 \text{ kg}}{3000 \text{ cm}^3} = 5 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

اکنون چگالی ظاهری کره‌ها را به دست می‌آوریم و با چگالی مایع مقایسه می‌کنیم. دقت کنید، چون ۶۰ درصد از حجم کره‌ها را حفره توخالی تشکیل داده است، حجم حفره $\frac{2}{3}$ برابر حجم خالص هر کره می‌باشد.

$$\rho'_A = \frac{m_A}{V_A + V_{\text{حفره}}} = \frac{m_A}{V_A + \frac{2}{3}V_A} = \frac{\rho_A V_A}{V_A + \frac{2}{3}V_A} = \frac{\rho_A}{\frac{5}{3}} = \frac{3}{5} \rho_A = 1.8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

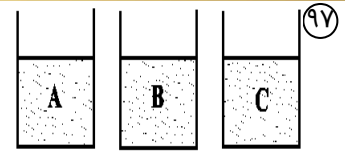
$$\rho'_B = \frac{m_B}{V_B + V_{\text{حفره}}} = \frac{m_B}{V_B + \frac{2}{3}V_B} = \frac{\rho_B V_B}{V_B + \frac{2}{3}V_B} = \frac{\rho_B}{\frac{5}{3}} = \frac{3}{5} \rho_B = 3 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

می‌بینیم، چگالی ظاهری هر دو کره از چگالی مایع کم‌تر است.

$$(\rho'_A < \rho_{\text{مایع}} = 2/5 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}, \rho'_B < \rho_{\text{مایع}} = 2/5 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3})$$

بنابراین، هر دو کره روی سطح مایع شناور می‌شود. در این حالت داریم:

$$F_b = W_A \text{ و } F_b = W_b$$



گزینه درست: ۴

سوال ۹۷

گزینه «۴»

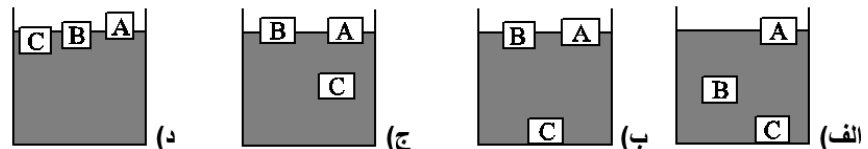
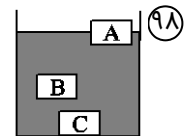
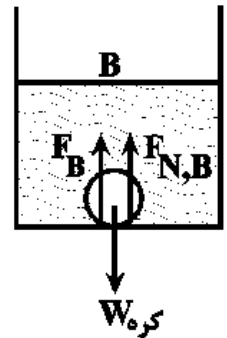
ابتدا چگالی کره را به دست می آوریم:

$$\rho_{\text{کره}} = \frac{m}{V} = \frac{m=1200g, \pi=3}{v=\frac{4}{3}\pi R^3, R=5cm} \Rightarrow \rho_{\text{کره}} = \frac{1200}{\frac{4}{3}\pi \times 5^3} = \frac{1200}{500} = 2/5 \frac{g}{cm^3}$$

می بینیم $\rho_{\text{کره}} < \rho_C$ ، $\rho_{\text{کره}} < \rho_A$ و $\rho_{\text{کره}} < \rho_B$ است؛ بنابراین، کره در دو ظرف A و C شناور می شود و در این دو ظرف $F_C = W_{\text{کره}}$ و $F_A = W_{\text{کره}}$ و در ظرف B در کف ظرف ته نشین می شود و در این حالت داریم:

$$W_{\text{کره}} = F_B + F_{N,B} \Rightarrow F_B < W_{\text{کره}}$$

دقت کنید، نیروی عمودی وارد بر کره B از طرف کف ظرف است.



گزینه درست: ۲

سوال ۹۸

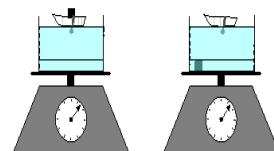
گزینه «۲»

با توجه به شکل صورت سؤال می توان دریافت که جسم A شناور، جسم B غوطه ور و جسم C ته نشین شده که بیانگر آن است که چگالی جسم A از چگالی آب کمتر، چگالی جسم B برابر چگالی آب و چگالی جسم C از چگالی آب بیشتر است.

اکنون چگالی مخلوط دو مایع را محاسبه می کنیم:

$$\rho = \frac{m_1 + m_2}{V_1 + V_2} = \frac{m_1 + m_2}{\frac{m_1}{\rho_1} + \frac{m_2}{\rho_2}} = \frac{300 + 300}{\frac{300}{1} + \frac{300}{1/5}} = 1/2 \frac{g}{cm^3}$$

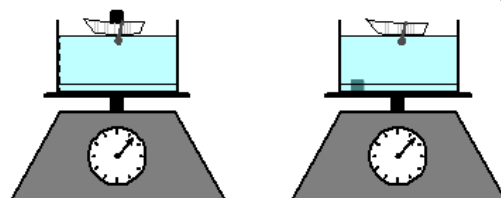
چگالی مخلوط دو مایع از چگالی مایع اول (آب) بیشتر است. چون چگالی A از چگالی مخلوط نیز کمتر است، پس باید شناور باقی بماند. چگالی جسم B از چگالی مخلوط کمتر است، پس B نیز باید شناور شود (شکل الف نادرست است). چگالی جسم C از چگالی آب بیشتر بود $\rho_C > 1/2 \frac{g}{cm^3}$ و اکنون می تواند از چگالی مخلوط بیشتر، کمتر و یا حتی برابر باشد. پس جسم C می تواند ته نشین، شناور و غوطه ور باشد. به دلیل بیشتر بودن چگالی جسم B از A، باید مقدار بیشتری نسبت به A در مایع فرو رود. (رد شکل ج)



(۲)
(۱)

سوال ۹۹ گزینه درست: ۲

گزینه «۲»



(۱) (۲)

مطابق شکل (۱)، یک قطعه فولادی که روی قایق اسباب‌بازی قرار دارد، بر سطح آب شناور است و مجموعه روی باسکولی قرار دارد. قطعه را از روی قایق برمی‌داریم و داخل ظرف می‌اندازیم (شکل ۲). می‌خواهیم تغییر سطح آب و عدد باسکول پس از انداختن قطعه به داخل آب را مقایسه کنیم.

بررسی تغییر سطح آب: در حالت (۱) که قطعه شناور است، حجمی که آب جابه‌جا می‌شود، آنقدر هست که وزن آن برابر وزن قطعه باشد، اما چون چگالی آب کمتر از فولاد است، حجم آب جابه‌جا شده بسیار بیش‌تر از حجم قطعه است (تا هم‌وزن شوند). در حالت دوم که قطعه درون آب قرار دارد، فقط به اندازه حجم خود که اشغال کرده، آب را جابه‌جا می‌کند، بنابراین سطح آب در حالت دوم کمی پایین می‌رود.

بررسی تغییر عدد باسکول: عددی که باسکول نشان می‌دهد، برابر وزن مجموعه‌ای است که بر روی آن قرار دارد (ظرف، آب، قایق و قطعه)، لذا در حالت اول و دوم وزن مجموعه ثابت است، بنابراین عدد باسکول در هر دو حالت برابرند. دقت کنید که عدد باسکول به نیروهای داخلی مجموعه‌ای که روی آن قرار دارد، بستگی ندارد و صرفاً وزن کل آن‌ها را نشان می‌دهد.

سوال ۱۰۰ گزینه درست: ۳

طبق اصل ارشمیدس، وقتی تمام یا قسمتی از یک جسم در شاره‌ای فرود رود، شاره نیرویی بالاسو بر آن وارد می‌کند که با وزن شاره جابه‌جا شده توسط جسم برابر است. بنابراین هر جسمی که حجمش بیش‌تر باشد، شاره بیش‌تری را می‌تواند جابه‌جا کند و در نتیجه اندازه نیروی شناوری وارد بر آن بیش‌تر خواهد بود. داریم:

$$V = \frac{m}{\rho} \xrightarrow{m_A = m_B} \frac{V_A}{V_B} = \frac{\rho_B}{\rho_A} = \frac{5}{F} \Rightarrow V_A > V_B$$

$$\Rightarrow F_A > F_B$$

سوال ۱۰۱ گزینه درست: ۳

ابتدا چگالی آلیاژ را به دست می‌آوریم.

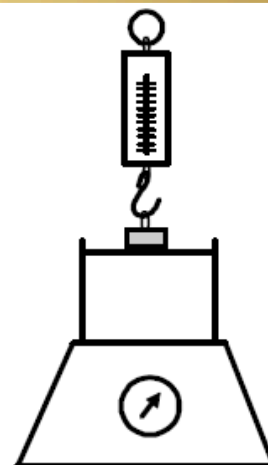
$$\rho_{\text{آلیاژ}} = \frac{m_1 + m_2}{V_1 + V_2}$$

$$\Rightarrow \rho_{\text{آلیاژ}} = \frac{\rho_1 V_1 + \rho_2 V_2}{V_1 + V_2} = \frac{\frac{1}{V} \rho_1 V + \frac{5}{F} \rho_2 V}{V + V}$$

$$= \frac{V}{2} \rho_{\text{آلیاژ}} < \rho_{\text{آلیاژ}}$$

چون چگالی آلیاژ کمتر از چگالی آب است، پس جسم در آب بالا می‌رود و شناور می‌ماند.

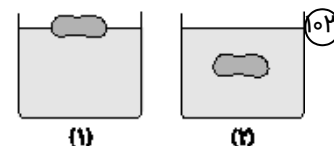
۱۰۲



گزینه درست: ۱

سوال ۱۰۲

با وارد شدن قطعه به داخل ظرف محتوی آب، به قطعه نیروی شناوری رو به بالا وارد می‌شود و لذا عددی که نیروسنج در این حالت نشان می‌دهد، کمتر از ۲۰ نیوتون خواهد بود. از طرفی، وقتی آب به قطعه نیروی شناوری رو به بالا وارد می‌کند، عکس‌العمل این نیرو به آب داخل ظرف و رو به پایین وارد خواهد شد. از این رو عددی که باسکول نشان خواهد داد، بیش‌تر از W خواهد بود.

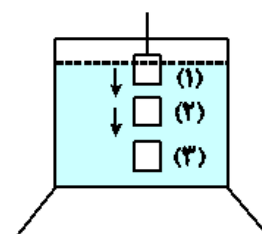


۱۰۳

گزینه درست: ۴

سوال ۱۰۳

چون در هر دو حالت جسم در حال تعادل است، پس نیروی شناوری هم در حالت شناوری و هم در حالت غوطه‌وری با وزن جسم برابر است. $(F_1 = F_2 = W_{\text{جسم}})$ همچنین چون جسم روی سطح مایع (۱) شناور شده پس $\rho_1 > \rho_{\text{جسم}}$ و چون درون مایع (۲) غوطه‌ور است، پس $\rho_{\text{جسم}} = \rho_2$ می‌باشد؛ بنابراین: $\rho_1 > \rho_{\text{جسم}} = \rho_2$

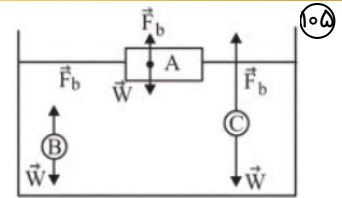


۱۰۴

گزینه درست: ۲

سوال ۱۰۴

با وارد شدن جسم در آب، سطح آب شروع به بالا رفتن می‌کند و در نتیجه طبق رابطه $P = \rho gh$ فشار وارد بر کف ظرف افزایش می‌یابد. وقتی جسم به‌طور کامل وارد آب شد، ارتفاع ثابت می‌ماند و عددی که ترازو نشان می‌دهد، تغییر نمی‌کند.



سوال ۱۰۵ گزینه درست: ۳

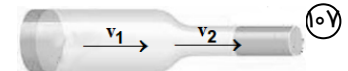
با توجه به شکل چون اندازه نیروی شناوری وارد بر جسم A برابر با اندازه نیروی وزن جسم است، در نتیجه نیروی خالص وارد بر آن صفر است و جسم A روی سطح آب شناور می‌ماند. چون اندازه نیروی شناوری وارد بر جسم B برابر با اندازه نیروی وزن جسم است، در نتیجه نیروی خالص وارد بر آن نیز صفر است و جسم B در داخل مایع غوطه‌ور می‌ماند. اندازه نیروی شناوری وارد بر جسم C بزرگ‌تر از نیروی وزن آن است، در نتیجه نیروی خالص وارد بر آن به سمت بالا است و جسم C به طرف بالا می‌رود.

۱۰۶

سوال ۱۰۶ گزینه درست: ۲

گزینه «۲»

مورد اول و آخر نادرست و مورد دوم و سوم درست هستند. مورد اول: طبق اصل برنولی، با افزایش تندی شاره در مسیر حرکت آن، فشار شاره کاهش می‌یابد. مورد آخر: طبق معادله پیوستگی، با کاهش سطح مقطع، تندی حرکت شاره بیشتر می‌شود.



سوال ۱۰۷ گزینه درست: ۲

گزینه «۲»

می‌دانیم در هر بازه زمانی معین حجم آب عبور کرده از مقطع هر دو لوله یکسان است. بنابراین می‌توان نوشت:

$$\begin{aligned} \Delta V_1 &= \Delta V_2 \Rightarrow A_1 \times \Delta x_1 = A_2 \times \Delta x_2 \xrightarrow{\Delta x = v \Delta t} \\ \pi r_1^2 \times v_1 \times \Delta t &= \pi r_2^2 \times v_2 \times \Delta t \xrightarrow{r_1 = 10 \text{ cm}, r_2 = 1 \text{ cm}} \\ v_1 &= 20 \frac{\text{cm}}{\text{s}} \end{aligned}$$

$$10^2 \times 20 = 1^2 \times v_2 \Rightarrow v_2 = 2000 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$$



سوال ۱۰۸ گزینه درست: ۲

گزینه «۲»

با توجه به رابطه آهنگ شارش شاره داریم:

$$\begin{aligned} \text{آهنگ شارش شاره} &= Av \xrightarrow{A = \pi R^2} \\ \text{آهنگ شارش شاره} &= 3 \times (2 \times 10^{-2})^2 \times 20 \times 10^{-2} \\ &= 2/4 \times 10^{-4} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \end{aligned}$$

از طرفی تندی شاره در طرف چپ لوله با توجه به معادله پیوستگی برابر است با:

$$\begin{aligned} A_1 v_1 &= A_2 v_2 \Rightarrow D_1^2 v_1 = D_2^2 v_2 \xrightarrow{D_1 = 4 \text{ cm}, D_2 = 1 \text{ cm}} \\ 4^2 \times 20 &= 1^2 \times v_2 \Rightarrow v_2 = 5 \times 10^{-2} \frac{\text{m}}{\text{s}} \end{aligned}$$

(۱۰۹)

سوال ۱۰۹

گزینه درست: ۲

گزینه ی «۲»

آهنگ شارش شاره برابر با Av است:

$$۱) A_1 v_1 = \pi (2r)^2 \times \frac{v}{4} = 4\pi r^2 \times \frac{v}{4} = \pi r^2 v$$

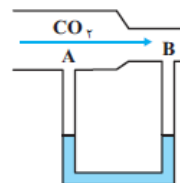
$$۲) A_2 v_2 = \pi (r)^2 \times 4v = 4\pi r^2 v$$

$$۳) A_3 v_3 = \pi \left(\frac{r}{2}\right)^2 \times \frac{v}{4} = \frac{\pi r^2 v}{16}$$

$$۴) A_4 v_4 = \pi r^2 v$$

همان طور که مشاهده می کنید، آهنگ شارش گزینه «۲» از بقیه بیشتر است.

(۱۱۰)

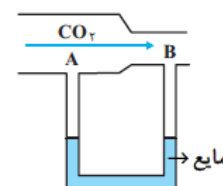


سوال ۱۱۰

گزینه درست: ۲

گزینه ی «۲»

چون لوله افقی در نقطه B باریک تر از نقطه A است در نتیجه تندی شاره در نقطه B بیشتر است، بنابراین طبق اصل برنولی فشار در نقطه B کمتر از نقطه A بوده و سطح مایع در شاخه B بالاتر از A خواهد بود و داریم:



$$\Delta P = \rho g \Delta h \xrightarrow{\rho = 2000 \frac{kg}{m^3}, \Delta P = 500 Pa} 500 = 2000 \times 10 \Delta h \Rightarrow \Delta h = \frac{5}{2000} m = 2.5 \text{ cm}$$

(۱۱۱)

سوال ۱۱۱

گزینه درست: ۴

گزینه «۴»

طبق معادله پیوستگی داریم:

$$A_1 v_1 = A_2 v_2 \xrightarrow{A = \pi r^2} \pi r_1^2 v_1 = \pi r_2^2 v_2$$

$$\frac{v_2}{v_1} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 \xrightarrow{r_2 = \frac{1}{3} r_1} \frac{v_2}{v_1} = \left(\frac{r_1}{\frac{1}{3} r_1}\right)^2 \Rightarrow \frac{v_2}{v_1} = 9$$

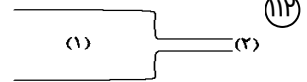
$$\Rightarrow v_2 = 9v_1$$

اکنون درصد افزایش تندی آب خروجی را می یابیم:

$$\text{درصد افزایش تندی} = \frac{v_2 - v_1}{v_1} \times 100 \Rightarrow$$

$$800 = \text{درصد افزایش تندی} = \frac{9v_1 - v_1}{v_1} \times 100 \Rightarrow$$

بنابراین، تندی آب خروجی ۸۰۰ درصد افزایش می یابد.



سوال ۱۱۲ گزینه درست: ۱

گزینه «۱»

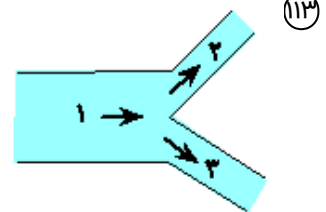
طبق معادله پیوستگی $(A_1 v_1 = A_2 v_2)$ از آنجا که Av همان آهنگ شارش حجمی شاره است، پس می‌توان از تقسیم حجم مایع جابه‌جا شده بر زمان نیز آهنگ شارش حجمی را به دست آورد. پس در قسمت (۱) لوله:

$$\text{آهنگ شارش حجمی شاره} = \frac{\text{حجم شاره}}{\text{زمان}} = \frac{60 \times 10^{-3}}{20} = 3 \times 10^{-3} \frac{m^3}{s}$$

اکنون بر اساس معادله پیوستگی، داریم:

$$A_1 v_1 = \underbrace{A_2}_{\frac{\pi}{4} d^2} v_2 \Rightarrow 3 \times 10^{-3} = \frac{\pi}{4} \times (10^{-1})^2 \times v_2$$

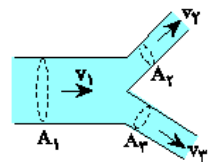
$$\Rightarrow v_2 = 4 \times 10^{-1} = 0.4 \frac{m}{s}$$



سوال ۱۱۳ گزینه درست: ۱

گزینه «۱»

طبق معادله پیوستگی، حجم ورودی در واحد زمان برابر مجموع حجم‌های خروجی از دو شاخه در واحد زمان خواهد بود و داریم:



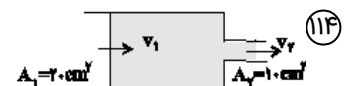
$$A_1 v_1 = A_2 v_2 + A_3 v_3$$

$$A_1 v_1 = 2 \frac{L}{s} = 2000 \frac{cm^3}{s}, A_2 = 25 \frac{cm^2}{s}, A_3 = 75 \frac{cm^2}{s}$$

$$v_2 = 5 \frac{cm}{s}$$

$$2000 = 25 \times 5 + 75 \times v_3$$

$$\Rightarrow 75 v_3 + 125 = 2000 \Rightarrow v_3 = 25 \frac{cm}{s}$$



سوال ۱۱۴ گزینه درست: ۱

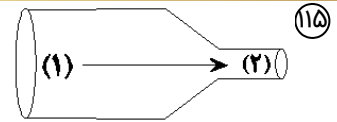
ابتدا آهنگ شارش حجمی آب را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{آهنگ شارش حجمی} = 6 \times 10^5 \frac{cm^3}{min} = 6 \times 10^5 \frac{cm^3}{min} \times \frac{1 \text{ min}}{60 s} = 10^4 \frac{cm^3}{s}$$

طبق معادله پیوستگی خواهیم داشت:

$$A_1 v_1 = A_2 v_2 = 10^4 \frac{cm^3}{s} \Rightarrow 20 v_1 = 10 v_2 = 10^4 \frac{cm^3}{s}$$

$$\Rightarrow v_2 = 1000 \frac{cm}{s} = 10 \frac{m}{s} \text{ و } \Rightarrow v_1 = 500 \frac{cm}{s} = 5 \frac{m}{s}$$



سوال ۱۱۵ گزینه درست: ۳

گزینه «۳»

ابتدا به کمک معادله پیوستگی تندی جریان شاره در هر بخش را به دست می آوریم:

$$A_1 v_1 = A_2 v_2 \Rightarrow \pi r_1^2 \times v_1 = \pi r_2^2 \times v_2$$

$$\begin{matrix} r_1 = 4 \text{ cm} \\ r_2 = 2 \text{ cm} \end{matrix} \rightarrow 16 v_1 = 4 v_2 \Rightarrow v_2 = 4 v_1$$

$$\begin{cases} v_2 = 4 v_1 \\ v_2 - v_1 = 15 \frac{\text{cm}}{\text{s}} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} v_1 = 5 \frac{\text{cm}}{\text{s}} \\ v_2 = 20 \frac{\text{cm}}{\text{s}} \end{cases}$$

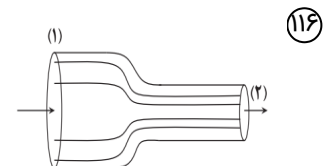
اکنون به کمک آهنگ جریان شاره داریم:

$$A_2 v_2 = \frac{\text{حجم}}{\text{زمان}}$$

$$\xrightarrow{A_2 = \pi r_2^2} (\pi \times 2^2) \text{ cm}^2 \times 20 \frac{\text{cm}}{\text{s}} = \frac{\text{حجم}}{3600 \text{ s}}$$

$$\text{حجم} = (3 \times 4 \times 20 \times 3600) \text{ cm}^3 = 864000 \text{ cm}^3$$

$$\xrightarrow{1 \text{ cm}^3 = 10^{-3} \text{ L}} \text{حجم} = 864000 \times 10^{-3} \text{ L} = 864 \text{ L}$$



سوال ۱۱۶ گزینه درست: ۳

گزینه «۳»

ابتدا با استفاده از معادله پیوستگی و با توجه به این که $A = \pi \frac{D^2}{4}$ است، داریم:

$$\begin{aligned} A_1 v_1 &= A_2 v_2 \Rightarrow \frac{A_1}{A_2} = \frac{v_2}{v_1} \xrightarrow{A = \pi \frac{D^2}{4}} \left(\frac{D_1}{D_2} \right)^2 = \frac{v_2}{v_1} \\ D_1 &= D_2 + 0.25 D_2 = 1.25 D_2 \rightarrow \left(\frac{1.25 D_2}{D_2} \right)^2 = \frac{v_2}{v_1} \Rightarrow \left(\frac{1.25}{1} \right)^2 = \frac{v_2}{v_1} \\ &\Rightarrow \frac{25}{16} = \frac{v_2}{v_1} \Rightarrow v_2 = \frac{25}{16} v_1 \end{aligned}$$

$$\text{از طرف دیگر، داریم: } v_2 - v_1 = 90 \Rightarrow \frac{25}{16} v_1 - v_1 = 90 \Rightarrow \frac{9}{16} v_1 = 90 \Rightarrow v_1 = 160 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$$

$$v_2 = \frac{25}{16} v_1 = \frac{25}{16} \times 160 \Rightarrow v_2 = 250 \frac{\text{cm}}{\text{s}} \xrightarrow{\div 100} v_2 = 2.5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

سوال ۱۱۷ گزینه درست: ۱

گزینه «۱»

برای شاره تراکم ناپذیر، آهنگ شارش شاره‌ای که با تندی v از مقطع A عبور می‌کند با رابطه زیر به دست می‌آید:

$$A v = \text{آهنگ شارش شاره}$$

و طبق معادله پیوستگی برای شاره تراکم ناپذیر داریم:

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

پس طبق این معادله، در قطر یا سطح مقطع بزرگ‌تر، تندی شاره کم‌تر است. بنابراین:

$$450 = (A v) \text{ ورودی} = \pi r^2 \text{ ورودی}$$

$$\Rightarrow 450 = (3)(r^2) \text{ (ورودی } r^2) \Rightarrow r^2 = 50 \text{ (ورودی } r^2)$$

$$\Rightarrow r \text{ ورودی} = 5\sqrt{2} \text{ m} \Rightarrow D = 2r = 10\sqrt{2} \text{ m}$$

گزینه «۴»

ابتدا با استفاده از چگالی نفت، آهنگ شارش جرمی را به آهنگ شارش حجمی تبدیل می‌کنیم:

$$\text{آهنگ شارش جرمی نفت} = \frac{\text{آهنگ شارش حجمی نفت}}{\rho_{\text{نفت}}}$$

$$\rho_{\text{نفت}} = 0.8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 800 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\text{آهنگ شارش حجمی نفت} = \frac{1296 \frac{\text{kg}}{\text{min}}}{800 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 1.62 \frac{\text{m}^3}{\text{min}}$$

تبدیل یکا

$$\text{آهنگ شارش حجمی نفت} = 1.62 \frac{\text{m}^3}{\text{min}} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} = 0.027 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

اکنون، برای به‌دست آوردن تندی عبور نفت از دهانه لوله، داریم:

$$\text{آهنگ شارش حجمی نفت} = Av = \frac{\pi}{4} D^2 v$$

$$\rightarrow 0.027 = \frac{\pi}{4} \times (15 \times 10^{-2})^2 \times v$$

$$\Rightarrow v = 1.6 \frac{\text{m}}{\text{s}} \xrightarrow{\text{تبدیل یکا}} v = 1.6 \frac{\text{m}}{\text{s}} \times \frac{1 \text{ dm}}{10^{-1} \text{ m}} = 16 \frac{\text{dm}}{\text{s}}$$

گزینه «۳»

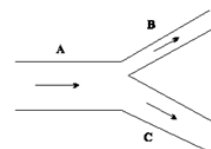
بررسی گزاره‌ها:

گزاره (الف) نادرست است؛ زیرا اصل برنولی هم برای مایع‌ها و هم برای گازها برقرار است.

گزاره (ب) نادرست است؛ زیرا با توجه به افزایش تندی جریان آب در حین سقوط، طبق معادله پیوستگی، باریکه آب خروجی با نزدیک‌تر شدن به زمین، باریک‌تر می‌شود.

$$Av = \text{ثابت} \Rightarrow v \uparrow \Rightarrow A \downarrow$$

گزاره (پ) نادرست است؛ زیرا طبق اصل برنولی، اختلاف تندی جریان هوا در دو طرف یک توپ فوتبال، باعث وارد شدن فشار خالصی به آن می‌شود که به حرکت کاتدار توپ منجر می‌گردد. گزاره (ت) تعریف جریان پایا بوده و درست است.



گزینه «۴»

با استفاده از معادله پیوستگی، داریم:

$$A_A v_A = A_B v_B + A_C v_C$$

$$A_A v_A = 1/5 \frac{\text{L}}{\text{s}} \times \frac{1000 \text{ cm}^3}{1 \text{ L}} = 1500 \frac{\text{cm}^3}{\text{s}}$$

$$A_B = 25 \text{ cm}^2, A_C = 50 \text{ cm}^2, v_B = 40 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$$

$$1500 = 25 \times 40 + 50 \times v_C \Rightarrow 500 = 50 v_C \Rightarrow v_C = 10 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$$