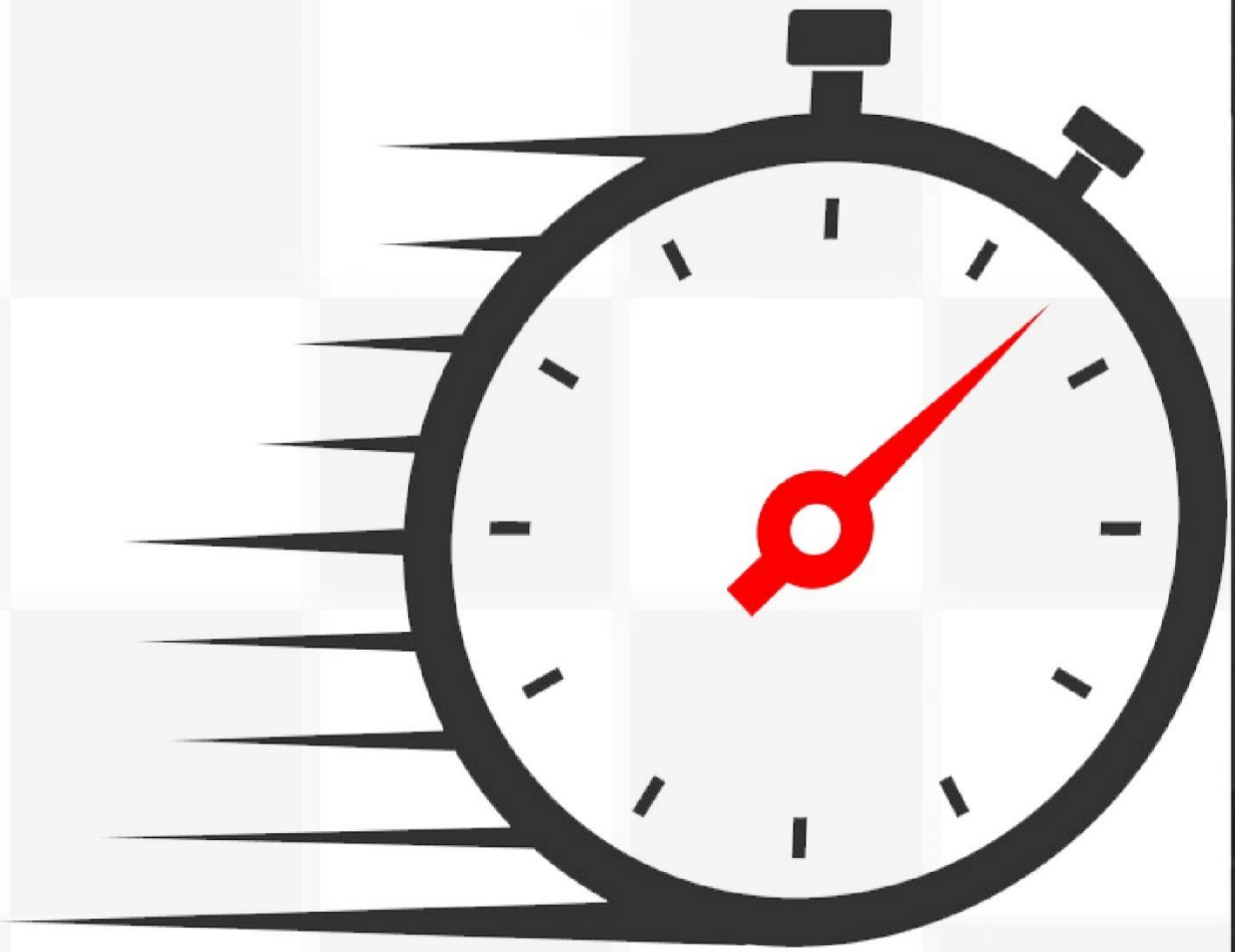
جزوه جمع بندی

فیزیک

کنکور ۱۴ صفر یک



درس نامه، خلاصه، جدول بندی و
تیپ بندی

به قلم مهندس علی عاقلی

فصل سوم فیزیک دهم

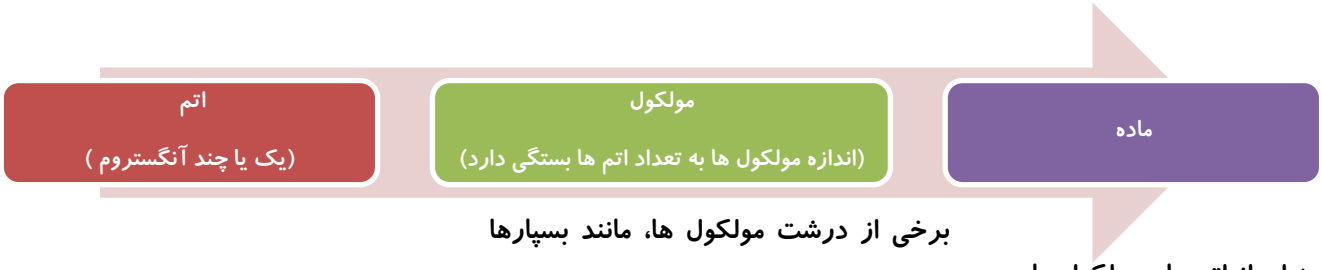
ویژگی های فیزیکی مواد یا فشار

(معمولا ۲ تست تجربی و ۳ تست در ریاضی)

۳-۱ ویژگی های ماده

۳-۱-۱ ماده

هرچیزی که فضا را اشغال کند (حجم داشته باشد)

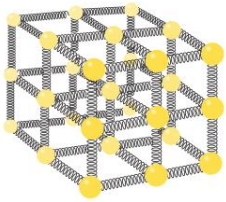
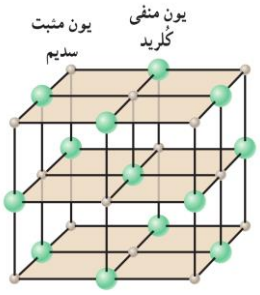
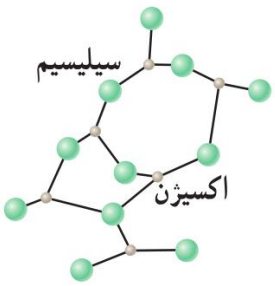


مجموعه ای از اتم ها و مولکول ها

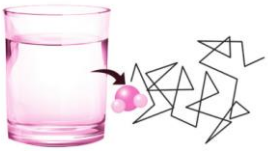
برخی از درشت مولکول ها، مانند بسپارها (پلیمرها) می توانند تا ۱۰۰۰ آنگستروم نیز باشند.

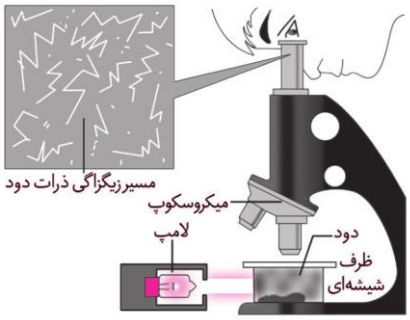
نکته: ذره های سازنده ماده همواره در حرکت اند و به یکدیگر نیرو وارد می کنند. حالت ماده به چگونگی حرکت این ذره ها و اندازه نیروی بین آنها بستگی دارد.

۳-۲ حالت های مختلف ماده : ۱) جامد ۲) مایع ۳) گاز

حالتهای مختلف ماده	جامد	۱) اصطلاح های عصر حجر، عصر برنز و عصر آهن ۲) حجم و شکل مشخص دارند. ۳) ذرات جسم جامد به سبب نیروهای الکتریکی که به یکدیگر وارد می کنند ر کنار یکدیگر می مانند. ۴) این ذرات در مکان های معینی نسبت به یکدیگر قرار دارند و در اطراف این مکان ها، نوسان های بسیار کوچکی دارند. ۵) شکل زیر مدلی از ساختار یک جامد را نشان می دهد. فرض می کنند ذرات آن توسط فنرهایی به یکدیگر متصل هستند. اگر این ذرات نسبت به وضعیت تعادل، به هم نزدیک تر یا دورتر شوند ، نیروی کشسانی بین فنرها آنها را به وضع تعادل برمیگرداند و جسم جامد، شکل و اندازه اولیه اش را حفظ می کند.  **انواع جامد** **جامد بلورین**  ساختار بلورین نمک تعریف: اتم ها در طرح های منظمی مثل شکل در کنار هم قرار می گیرند. مثال: فلز – نمک – الماس – یخ – بیشتر مواد معدنی چگونگی تشکیل: وقتی مایعی را به **جامد بی شکل (آمورف)**  ذرات سازنده یک جامد بی شکل تعریف: اتم ها در طرح های منظمی در کنار هم قرار نمی گیرند. مثال: شیشه،قیر سرد چگونگی تشکیل: وقتی مایعی را به سرعت سرد کنیم، معمولاً جامد بی شکل

		آهستگی سرد کنیم، اغلب جامد بلورین تشکیل می شود. در این فرآیند سردسازی آرام، ذرات سازنده مایع فرصت کافی دارند تا در طرح های منظم خود را مرتب کنند.	تشکیل می شود. در این فرآیند سردسازی سریع، ذرات سازنده مایع فرصت کافی ندارند تا در طرح های منظم خود را مرتب کنند. بنابراین در طرح نامنظمی که در حالت مایع داشتند باقی می مانند.
	مایع	۱) مولکول های مایع نظم و تقارن جامدهای بلورین را ندارند و به صورت نامنظم و نزدیک به یکدیگر قرار دارند. ۲) مایع به راحتی جاری می شود و به شکل ظرف خود در می آید. ۳)حجم مشخصی دارند، اما شکل مشخص ندارند. ۴) فاصله ذرات سازنده مایع و جامد تقریباً یکسان و در حدود یک آنگستروم می باشد. تفاوت جامد و مایع : نظم و تقارن در چیدمان مولکولی می باشد، نه فاصله ی مولکولی حرکت نامنظم و کاتوره ای مولکول های آب: مولکول های آب حرکت نامنظم یا کاتوره ای یا به زبون خودمون هردمبیلی دارند. پدیده پخش در مایع ها: با ریختن نمک در آب: آب شور می شود. با ریختن جوهر در آب: به تدریج رنگ آب تغییر می کند. این ۲ موضوع نشان می دهد که ذرات سازنده ی نمک و جوهر در آب پخش می شوند. دلیل این پخش شدن حرکت کاتوره ای مولکول های آب می باشد. چون در حین حرکتشان با ذرات سازنده ی نمک و جوهر برخورد می کنند و مواد در آب پخش می شوند.	


طرحی از حرکت نامنظم و کاتوره‌ای مولکول‌های آب

	گاز	۱)ماده ای که شکل مشخصی ندارد. ۲)اتم ها و مولکول های آن آزادانه و با تندی بسیار زیاد(در دمای اتاق حدود ۵۰۰ متر بر ثانیه) به اطراف حرکت و با یکدیگر و با دیواره های ظرفی که در آن قرار دارند برخورد می کنند. ۳)فاصله میانگین مولکول های گاز در مقایسه با اندازه ی آن ها، خیلی بیشتر است. مثلاً اندازه مولکول های هوا بین ۱ تا ۳ آنگستروم است در حالی که فاصله ی میانگین آن ها در شرایط معمولی در حدود ۳۵ آنگستروم است. ۴)نه حجم ثابتی و نه شکل ثابتی حرکت براونی (از اسم رابرت براون گیاه شناس گرفته شده): به حرکت نامنظم و کاتوره ای یا هردمبیلی ذرات دود، حرکت براونی گفته می شود. مشاهده بیشتر توسط میکروسکوپ نشان داد که ذرات دود برخوردهای اندکی با یکدیگر دارند. یعنی علت پخش اونا یک چیزه دیهگه ای هست و اون چیزی نیست جز حرکت کاتوره ای و نامنظم مولکول های هوا که با ذره های دود برخورد می کنند و باعث حرکت زیگزاگی و نامنظم ذرات دود می شوند. 

پخش ذرات در گازها (مثل پخش بوی عطر در اتاق) خیلی سریع تر از پخش ذرات در مایع ها می باشد. چون مولکول های مایع نسبت به گازها به هم دیگر نزدیک تر هستند و مانع حرکت ذرات می شوند.

اطراف کره ی زمین مخلوطی از گازهای نیتروژن ، اکسیژن ، کربن دی اکسید، بخار آب و مقدار کمی گازهای بی اثر (کریپتون، نئون و هلیم) وجود دارد و مولکول های این گازها به صورت کاتوره ای و با تندی زیاد همواره در حرکت اند که باعث پخششون میشه.

حال اگه پدیده ی پخش وجود نداشته باشه اون موقع این گازهادیگه با هم مخلوط نمی شن و به صورت لایه لایه روی هم قرار می گیرن و اون گازی که چگالیش از همه بیش تره نزدیک تر به زمین و اون گازی که چگالیش از همه کم تره تو لایه های بالایی قرار می گیره. که در این صورت زندگی عملاً غیرممکن میشه!!

۳-۲-۱ تراکم پذیری

تراکم پذیری	گاز	در اثر افزایش فشار، می توان فاصله ی خیلی زیاد بین مولکول های گاز را کم کرد. بنابراین تراکم پذیرند. به دلیل فاصله ی زیاد بین مولکول ها، نیروهای بین مولکولی ناچیزند.
	مایع	تقریباً تراکم ناپذیرند. نیروهای بین مولکولی قابل ملاحظه اند اما در حدی نیستند که مانع لغزش مولکول ها روی یکدیگر شوند.
	جامد	تراکم ناپذیرند. نیروهای بین مولکولی بسیار قوی می باشند.

۳-۳ نیروی هم چسبی، دگرچسبی، کشش سطحی و ترشوندگی

نیروی هم چسبی

به نیروی بین مولکول های همسان نیروی هم چسبی می گوییم. اثراین نیروی جاذبه درقطره ماندن قطره ی آب درحال سقوط یا به هم پیوستن دوقطره ی جیوه به هم دیده میشود.

یادآوری:

۱) فاصله بین مولکول ها ازیک حدی نمیتواند کمترشود,چون اگر بخواهیم فاصله بین مولکول هارا ازیک اندازه ای کمتر کنیم,نیروی دافعه ی بزرگی ظاهرمیشود.این نیروی دافعه است که مایع را تراکم ناپذیر میکند.

۲) نیروهای بین مولکولی کوتاه برد هستند.یعنی اگرفاصله بین مولکول ها چند برابر فاصله بین مولکولی شود,نیروهای بین مولکولی عملاً صفر میشوند. برای همین است که وقتی شیشه میشکند قطعه های شکسته شده دیگر به هم نمی چسبند ولی باداغ کردن و نرم شدن شیشه دوباره مولکول ها به هم نزدیک میشوندو نیروی هم چسبی ظاهرمیشود ومی توانیم آن هارابه هم بچسبانیم.

کشش سطحی

نکات:

شناور ماندن سوزن فلزی روی سطح آب,تشکیل حباب های آب و صابون و راه رفتن حشرات روی سطح آب نشان میدهد که سطح مایع مثل یک پوسته تحت کشش است به این پدیده کشش سطحی می گوییم.

←این پدیده ناشی ازنیروی هم چسبی بین مولکول های سطح مایع است.

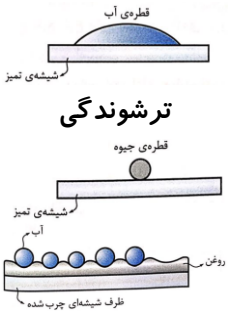
←نیروی هم چسبی بین مولکول های سطح مایع از نیروی هم چسبی درون مایع بیشتراست وهمین باعث میشود که مایع رفتار کشسانی داشته باشد.

نکات:

۱)

- ✓ دلیل کروی بودن قطره های آب هنگام سقوط پدیده کشش سطحی است.
- ✓ سطح قطره مانندیک پوست کشیده شده(بادکنک) میخواهد مساحتش راکاهش دهد برای همین به شکل هندسی که کمترین مساحت را دارد(یعنی کره)در می آید.

۲) اضافه کردن ناخالصی هایی مثل شوینده ها باعث میشود نیروی هم چسبی بین مولکول های آب کم شود در نتیجه افزودن شوینده به آب کشش سطحی را کاهش میدهد.

	۳) افزایش دما نیروی هم چسبی بین مولکول های مایع را کم میکند بنابراین کشش سطحی با زیاد شدن دما کاهش می یابد به همین علت است که هرچه دما بیشتر میشود قطره های مایع کوچکتر میشوند. پس عوامل موثر بر کشش سطحی: ۱) نوع مایع: مثلاً کشش سطحی آب از الکل بیشتره ۲) دما ۳) ناخالصی مثلاً اگر یک گیره آهنی روی سطح آب قرار داشته باشد : ❖ با افزایش دما : گیره پایین می رود. ❖ با افزودن ناخالصی : گیره پایین می رود.
نیروی دگرچسبی	وقتی دوماده مختلف کنارهم قرار می گیرند بین مولکول های سطح آن ها نیروی جاذبه ای ایجاد میشود. به نیروی جاذبه بین مولکول های ناهمسان دگرچسبی می گویند. عوامل موثر بر دگرچسبی: ۱) جنس دو ماده: دگر چسبی آب و شیشه ی تمیز از دگرچسبی آب و شیشه ی چرب بیشتره! ۲) دما: هرچه دما بیشتر، دگرچسبی کمتر . (موقع ظرف شستن) ۳) ناخالصی: موادی مثل مایع ظرف شویی دگرچسبی را کاهش می دهد. (مایع ظرف شویی!)
ترشوندگی  	هرگاه مایعی برروی سطح یک جسم جامد قراربگیرد دوحالت ممکن است رخ دهد: ۱) مایع جسم جامد را تر یا خیس کند. (قطره ی آب بر روی سطح شیشه) ۲) مایع جسم جامد را تر یا خیس نکند. (قطره ی جیوه برروی سطح شیشه) اینکه یک مایع جسم جامد را خیس کند یا نه بستگی دارد به : ←اندازه ی نیروی هم چسبی بین مولکول های مایع ←نیروی دگرچسبی که بین مولکول ها ی مایع وسطح جامد وجود دارد. حالت اول: اگر نیروی دگرچسبی بین مولکول های مایع و سطح جامد بیشتر از نیروی هم چسبی بین مولکول های مایع شد، مایع جامد را ترمیکند. مانند آبی که روی سطح شیشه ی تمیز پهن میشود و شیشه را خیس میکند. حالت دوم: اگر نیروی دگر چسبی بین مولکول های مایع و سطح جامد کمتر از نیروی هم چسبی بین مولکول های مایع شد، مایع جامد را تر نمی کند. مانند جیوه ای که روی سطح شیشه به صورت کره قرار می گیرد و پخش نمیشود.

نتیجه گیری: مایعی که سطح جامد را ترمیکند برروی سطح جامد پهن میشود ومایعی که سطح جامد را تر نمیکند برروی سطح جامد پهن نمیشود و به شکل کره باقی می ماند.

جمع بندی	
۱) قطره جیوه به صورت کروی برروی سطح شیشه قرار می گیرد. ۲) جیوه شیشه را تر نمیکند.	F هم چسبی جیوه و جیوه > F دگر چسبی جیوه و شیشه
۱) قطره آب بر روی سطح شیشه پهن می شود. ۲) آب شیشه را تر میکند.	F دگر چسبی آب و شیشه > F هم چسبی آب و آب

۱) قطره آب بر روی سطح شیشه ی چرب به صورت کروی قرار می گیرد. ۲) قطره آب شیشه را تر نمی کند.	F هم چسبی آب و آب > F دگر چسبی آب و چربی

۳-٤ اثر موییننگی

اثر موییننگی و لوله های مویین	
لوله ی مویین	مویین یعنی مانند مو و ما به لوله های بسیار باریک که قطر داخلی آن ها حدود ۰/۱mm است، لوله ی مویین می گوییم.
اثر موییننگی	به بالا رفتن یا پایین آمدن مایع درون لوله ی مویین اثر موییننگی می گوییم. رفتار آب و جیوه.
رفتار آب در لوله مویین	اگر طبق شکل روبرو لوله مویین شیشه ای تمیزی را داخل ظرف آبی قرار دهیم دو اتفاق می افتد: ۱) آب از لوله بالا می رود و بالا تر از سطح آب ظرف قرار میگیرد. ۲) سطح آب درون لوله مویین فرو رفته (کاو) است. نکته: هرچه قطر لوله ی مویین کمتر باشد آب در آن بیشتر بالا می رود.
رفتار جیوه در لوله مویین	این بار دو اتفاق برعکس حالت قبل می افتد: ۱) سطح جیوه در لوله پایین میرود و پایین تر از سطح جیوه ظرف می ایستد. ۲) سطح جیوه در لوله مویین برآمده (کوژ) است. نکته: هر چه قطر لوله ی مویین کمتر باشد جیوه در آن پایین تر میرود.
نم کشیدن	اصطلاحی است که برای پدیده ی موییننگی به کار می رود.مثلآ نم کشیدن دیوار ← به دلیل وجود منفذ های مویین در دیوار است که در کنار هم تشکیل شبکه های لوله های مویین می دهند. در ساختمان ها برای جلو گیری از خسارت های ناشی از نم کشیدن از مواد نا تراوا (مثل قیر)استفاده می کنند.
توضیحات	گاهی هم پدیده ی موییننگی مفید است . مثلآ در اوند های چوبی گیاهان یا فتیله ی چراغ نفتی که باعث بالا رفتن مایع میشود. به نظر شما پرا آب در لوله مویین بالا و جیوه در لوله ی مویی پایین میرود؟چرا سطح آب در لوله مویین فرو رفته وسطح جیوه در لوله مویین بر آمده است؟

برای جواب دادن به این سوال باید نیروی دگرچسبی بین مولکول های مایع و دیواره شیشه را با نیروی هم چسبی بین مولکول های مایع مقایسه کنیم.

۱) اگر نیروی هم چسبی بین مولکول های مایع < نیروی دگر چسبی بین مولکول های مایع دیواره لوله مویین مایع از لوله بالا تر میرود و سطح مایع فرو رفته(کاو)میشود.

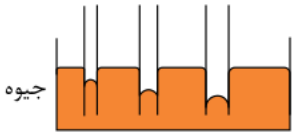
۲) اگر نیروی هم چسبی بین مولکول های مایع > نیروی دگر چسبی بین مولکول های مایعو دیواره لوله مویین مایع در لوله پایین میرود وسطح مایع برآمده (کوژ) میشود.

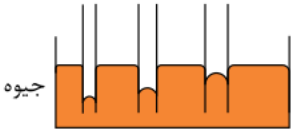
نیرو های دگر چسبی بین مولکول های جیوه و شیشه رو به پایین است.

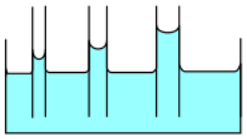
نکته ۱: با توجه به توضیح بالا با چرب کردن سطح داخلی لوله ی مویین می توانیم نیروی دگر چسبی بین آب و لوله را کاهش دهیم وکاری کنیم که حتی آب هم درون لوله ی مویین پایین تر از سطح آب درون ظرف بایستد و سطح آن بر آمده شود.

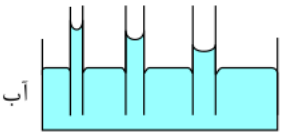
تست ۱:

کدام‌یک از شکل‌های زیر، خاصیت مویینگی در لوله‌های شیشه‌ای را درست نشان داده است؟

۱) 

۲) 

۳) 

۴) 

پاسخ: گزینه ۲ به محل تماس لوله‌ها و سطح مایع درون ظرف هم توجه داشته باشیم!

تست ۲:

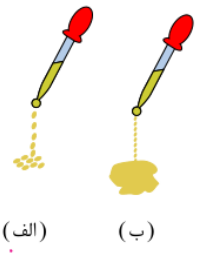
باتوجه به شکل مقابل که خروج قطره‌های روغن بادام را از دهانهٔ دو قطره‌چکان متفاوت نشان می‌دهد، دمای قطره‌های روغن (الف) ..... از دمای قطره‌های روغن (ب) می‌باشد و افزایش دما نیروی هم‌چسبی را ..... و باعث ..... نیروی دگرچسبی می‌شود.

۱) کم‌تر - افزایش - افزایش

۲) بیش‌تر - افزایش - افزایش

۳) کم‌تر - کاهش - کاهش

۴) بیش‌تر - افزایش - کاهش

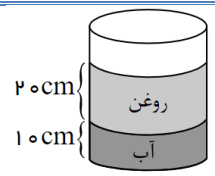
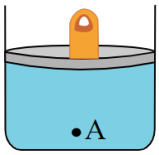


پاسخ: گزینه ۳ دما که بالا رود مایع رقیق می‌شود و نیروی هم‌چسبی کاهش یافته و نیروی دگرچسبی نیز کاهش می‌یابد.

۳-۵ فشار

عمومی ج	جامدات	جامدات یکنواخت	$P=\rho gh$
		مخروط	$P=\frac{1}{3}\rho gh$
$P=\frac{F_N}{A}$	مایعات	اختلاف فشار بین دو نقطه	$\Delta P=\rho g\Delta h$
$P=\frac{mg}{A}$		فشار ناشی از یک مایع | پیمانه ای	$P_g=P_M-P_o=P_{fluid}=\rho gh$
		فشار کل (فشار مطلق) | فشار در نقطه فلان! تکمیلی نمودار داره	$P_M=P_o+P_{fluid}+\ldots=P_o+\rho gh+\ldots$
		تبدیل دو مایع به هم	$\rho_1 h_1=\rho_2 h_2$
		نکته۲: فشار حاصل از دو مایع قبل از حل شدن = فشار حاصل از محلول دو مایع	
گاز	گاز سیلندر	$P_A\simeq P_B\simeq P_C\simeq P_D$	
	هوا	$P=P_0-\bar{\rho}gh$ $\bar{\rho}$: چگالی متوسط هوا	

نکته۳: وقتی میگن فشار کل در یک نقطه، یعنی فشار هر چی بالا سرشه رو حسااااب کن!!!

	
$P_{Kaf}=P_o+\rho_w gh_w+\rho_{oil}gh_{oil}$	$P_A=P_o+\frac{mg}{A}+\rho gh$

نکته۴: اگر ظرف محتوی مایع درون آسانسور قرار داده شود و آسانسور با شتاب a حرکت کند، فشار در عمق h این مایع از رابطه ی زیر به دست می آید: $P=P_o+\rho(g\pm a)h$ (تند + بالا + / کند – پایین –)

واحد های فشار: $1atm=1bar=10^5 Pa=76cmHg=10mH_2O$ $1mmHg=1\ torr$	دو چگالی مهم : $\rho_{Water}=1\frac{gr}{cm^3}=1000\frac{kg}{m^3}$ $\rho_{Hg}=13/6\frac{gr}{cm^3}=13600\frac{kg}{m^3}$

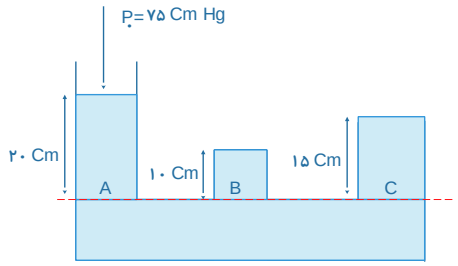
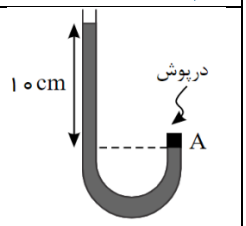
۱-۵-۳ نیرو

فشار مربوطه رو در مساحت ضرب کن . پا

۲-۵-۳ فشار در نقاط زندانی شده

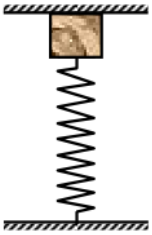
در ظرف های مرتبط فشار بر روی هر خط افقی با هم مساوی است، حتی اگر سر یکی از ظرف ها باز و دیگری بسته باشد (به شرطی که جنس مایع یکسان باشد و مایع در حال تعادل باشد). پس هم سطحشو تو همون مایع پیدا کن.

به عنوان نمونه:

$P_C = ?$ $P_A = P_B = P_C \rightarrow P_C = P_B = P_A = P_o + \rho g h_A = ۷۵ + ۲۰ = ۹۵ CmHg$	
$P_A = ?$ $P_A = P_B \rightarrow P_A = P_B = P_o + \rho g h_A$	

تست ۳:

مکعبی به ابعاد $۱۰\ cm$ و به جرم $۵۰۰\ g$ توسط فنری به سطح افقی بالایی فشرده شده است. اگر طول فنر $۲\ cm$ کمتر از طول اولیه آن باشد، فشار وارده از طرف مکعب به سقف چند کیلو پاسکال است؟



(ثابت فنر: $K = ۲۰ \frac{N}{Cm}$ و $g = ۱۰ \frac{m}{s^۲}$)

۱) ۳۵۰۰

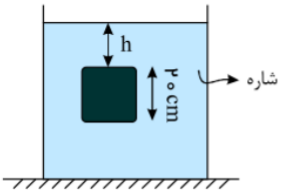
۲) ۴۵۰۰

۳) ۳/۵

۴) ۴/۵

تست ۴:

مطابق شکل، جسمی مکعب شکل به‌طول ضلع $۲۰cm$ درون شاره‌ای غوطه‌ور و در حال تعادل است. اگر فشار کل وارد بر سطوح بالایی و پایینی جسم به‌ترتیب برابر ۱۰۵ و ۱۱۰ کیلوپاسکال و فشار هوای محیط $۱۰۰kPa$ باشد، چگالی شاره و طول h به‌ترتیب چند واحد SI هستند؟ $(g = ۱۰N/kg)$



۱) ۲/۵ و ۲۰

۲) ۲/۵ و ۰/۲

۳) ۲۵۰۰ و ۲۰

۴) ۲۵۰۰ و ۰/۲

تست ۵:

ابعاد ظرف استوانه‌ای B، دو برابر ابعاد ظرف استوانه‌ای A است. ظرف A را پر از آب می‌کنیم و هم جرم با آب در استوانه‌ی B جیوه می‌ریزیم. فشاری که آب بر کف ظرف A وارد می‌کند، چند برابر فشاری است که جیوه بر کف ظرف B، وارد می‌کند؟ $(\rho_{جیوه} = ۱۳/۶ \rho_{آب})$

خارج از کشور-۱۳۹۶

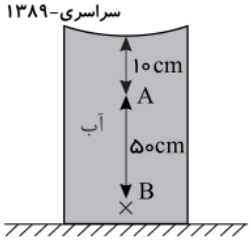
۱) $\frac{۱}{۱۳/۶}$ ۲) $\frac{۱}{۴}$ ۳) ۱۳/۶ ۴) ۴

تست ۶:

سراسری-۱۳۸۹

در شکل مقابل، فشار در نقطه‌ی B چند برابر فشار در نقطه‌ی A است؟

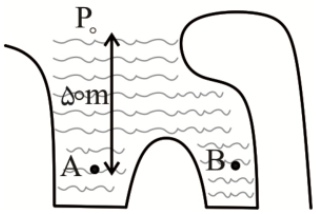
$(P_{\circ} = ۹/۹ \times ۱۰^{۴} pa, \rho_{آب} = ۱ \frac{g}{cm^{۳}}, g = ۱۰ \frac{m}{s^{۲}})$



۱) $\frac{۶}{۵}$
۲) $\frac{۵}{۴}$
۳) $\frac{۲۰}{۱۹}$
۴) $\frac{۲۱}{۲۰}$

تست ۷:

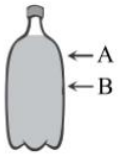
در شکل زیر نقاط A و B در عمق یکسان دریاچه قرار دارند. از راست به چپ فشار در نقاط A و B چند کیلو پاسکال است؟ $(P_{\circ} = ۱۰^{۵}\ Pa, \rho = ۱۰۴۰ \frac{kg}{m^{۳}}, g = ۱۰ \frac{N}{kg})$

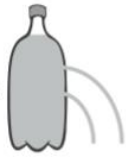


۱) ۲۶۰ و ۶۲۰
۲) ۶۲۰ و ۶۲۰
۳) ۲۶۰ و ۲۶۰
۴) ۶۲۰ و ۲۶۰

تست ۸:

یک بطری پر از آب را از دو نقطهٔ A و B سوراخ می‌کنیم. مسیر آب بیرون ریخته شده از دو سوراخ به چه صورت است و سرعت خروج آب از کدام سوراخ بیش‌تر است؟



۱) $V_A > V_B$ 
۲) $V_A > V_B$
۳) $V_A < V_B$
۴) $V_A < V_B$

تست ۹:

سراسری-۱۳۸۷

قطر داخلی استوانه‌ی بلندی ۲cm است. اگر آن را به طور قائم نگه‌داشته و $۱۵۷cm^{۳}$ آب در آن بریزیم، فشار حاصل از آب در ته استوانه چند پاسکال می‌شود؟ $(g = ۱۰ \frac{m}{s^{۲}} \ , \ P_{آب} = ۱۰۰۰ \frac{kg}{m^{۳}})$

۱) ۱۵۰
۲) ۳۰۰
۳) ۲۵۰۰
۴) ۵۰۰۰

فشار در ته ظرف چند پاسکال می شود؟ (فشار هوا ۱ اتمسفر)

تست ۱۰:

در مکانی که فشار هوا $۱/۰۲۶ \times ۱۰^{۵} Pa$ است، اگر از عمق ۱۰ سانتی‌متری مایعی، به عمق ۵۳ سانتی‌متری برویم، فشار ۱/۵ برابر می‌شود. چگالی مایع چند گرم بر سانتی‌متر مکعب است؟ $(g = ۱۰ \frac{m}{s^{۲}})$

۱) ۲/۵
۲) ۲/۶
۳) ۱۳/۵
۴) ۱۳/۸

تست ۱۱:

اگر در عمق ۵ سانتی‌متری مایعی فشار ۱۰۰ کیلوپاسکال و در عمق ۲۰ سانتی‌متری آن فشار ۱۰۶ کیلوپاسکال باشد، فشار هوا در محیط چند کیلوپاسکال است؟ $(g = ۱۰ \frac{m}{s^۲})$

۱) ۹۶ ۲) ۹۷ ۳) ۹۸ ۴) ۹۹

تست ۱۲:

سطح مقطع یک ظرف استوانه‌ای $۲۰ cm^۲$ است و در آن تا ارتفاع ۱۰ سانتی‌متر آب ریخته شده است. روی آب چند گرم روغن با چگالی $۰/۶ \frac{g}{cm^۳}$ بریزیم تا فشار حاصل از این دو مایع در کف استوانه برابر ۲۰۰۰ پاسکال شود؟ خارج از کشور-۱۳۹۵

$(g = ۱۰ \frac{m}{s^۲}$, چگالی آب $= ۱ \frac{g}{cm^۳})$

۱) ۱۰۰ ۲) ۱۲۰ ۳) ۲۰۰ ۴) ۲۴۰

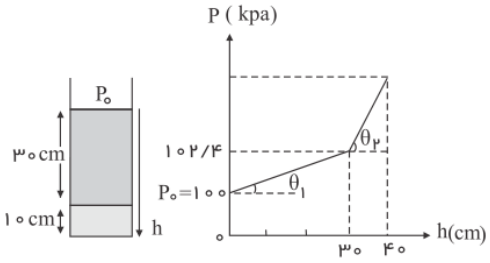
تست ۱۳:

مساحت روزنهٔ خروج بخار آب، روی درب یک زودپز $۴ mm^۲$ است. جرم وزنه‌ای که روی این روزنه باید گذاشت تا فشار داخل آن $۲ atm$ نگه داشته شود، چند گرم باید باشد؟ (فشار هوای بیرون $۱ atm$ و $g = ۱۰ \frac{N}{kg}$ است.) خوشخوان- ۱۳۹۸

۱) ۲۰
۲) ۴۰
۳) ۶۰
۴) ۸۰

تست ۱۴:

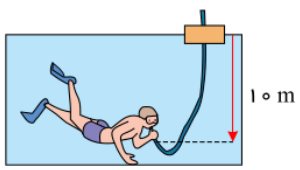
در ظرفی مطابق شکل زیر، دو مایع مخلوط نشدنی وجود دارد. اگر نمودار تغییرات فشار برحسب عمق دو مایع مطابق شکل زیر باشد و $\tan \theta_۲ = ۱۷ \tan \theta_۱$ باشد، $\rho_۱$ و $\rho_۲$ در SI کدام‌اند؟ خارج از کشور-۱۳۹۶



۱) ۶۰۰ و ۱۰۲۰۰
۲) ۷۵۰ و ۱۲۷۵۰
۳) ۸۰۰ و ۱۳۵۰۰
۴) ۸۰۰ و ۱۳۶۰۰

تست ۱۵:

غواصی در عمق ۱۰ متری از سطح آب در حال شناست. او توسط لوله‌ای که به هوای آزاد متصل است، نفس می‌کشد. فشار وارد بر قفسه ی سینه‌ی غواص چند برابر فشار هوای درون ریه‌ی اوست؟ $(P_۰ = ۱۰^۵ Pa$, $\rho_{آب} = ۱ \frac{g}{cm^۳}$ و $\pi = ۳$ و $g = ۱۰ \frac{N}{kg})$ قلم چی- ۱۳۹۶



۱) ۱
۲) ۱/۱
۳) ۲
۴) ۱۰

اگر مساحت پرده گوش شناگر ۱ سانتی متر مربع باشد، بزرگی نیرویی که به پرده گوش شناگر در عمق ۱۰ متری وارد میشود چند نیوتن است؟

تست ۱۶:

در یک ظرف استوانه‌ای مقداری آب به جرم m و مقداری جیوه به جرم ۴m ریخته شده است. جمع ارتفاع این دو مایع ۴۴cm است. فشار ناشی از دو مایع در کف ظرف چند کیلو پاسکال است؟ سراسری-۱۳۸۷

$(\rho_{\text{آب}} = ۱\frac{g}{cm^۳}, \rho_{\text{جیوه}} = ۱۳/۶\frac{g}{cm^۳}, g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$

۱) ۱۷ ۲) ۳۲ ۳) ۴۲ ۴) ۴۷

تست ۱۷:

درون یک ظرف استوانه‌ای به قطر داخلی ۲۰cm، ۳۰۰ گرم آب و ۳۰۰ گرم نفت وجود دارد. فشار ناشی از این دو مایع در کف ظرف چند پاسکال است؟ $(g = ۱۰\frac{m}{s^۲} \ , \ \pi = ۳)$

۱) ۲۰ ۲) ۲۰۰ ۳) ۲۰۰۰ ۴) ۲۰۰۰۰

پاسخ: گزینه ۲ ابتدا سطح قاعده‌ی ظرف را حساب می‌کنیم:

$r = (۲۰ \div ۲)cm = ۱۰cm$

$A = \pi r^۲ \Rightarrow A = ۳ \times ۱۰^۲ cm^۲ = ۳۰۰cm^۲ = ۳ \times ۱۰^{-۲} m^۲$

فشار ناشی از مایع به جرم m برابر است با، $P = \frac{mg}{A} = \frac{W}{A}$ پس داریم:

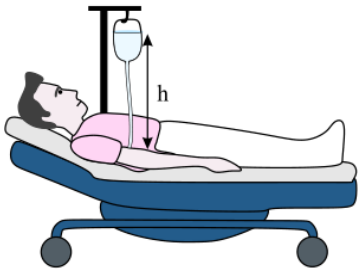
جرم آب و نفت $= (۳۰۰ \times ۲)g = ۶۰۰g = ۰/۶kg$

وزن آب و نفت $= W = mg = ۰/۶ \times ۱۰ = ۶N$

$P = \frac{W}{A} = (\frac{۶}{۳ \times ۱۰^{-۲}}) = ۲۰۰Pa$

تست ۱۸:

شکل زیر کیسهٔ پلاستیکی حاوی محلولی را نشان می‌دهد که در حال تزریق به بیمار است. قسمت بالای کیسه با سوزن سوراخ شده تا فشار بالای مایع برابر فشار هوای آزاد باشد. اگر فشار پیمانه‌ای خون در سیاهرگ، ۱۲۱۰ پاسکال باشد، حداقل h چند سانتی‌متر باشد تا مایع در بدن بیمار نفوذ کند؟ $(g = ۱۰ \ N/kg)$ و چگالی محلول $۱۱۰۰ \ kg/m^۳$ است.) قلم چی- ۱۳۹۸



۱) ۱۰
۲) ۱۱
۳) ۱۱۰
۴) ۱۰۰

تست ۱۹:

اگردر مکانی، فشار هوا برابر ۷۶ سانتی‌متر جیوه باشد، فشار در عمق ۱۳۶ سانتی‌متری آب رودخانه چند سانتی‌متر جیوه است؟ خارج از کشور- ۱۳۹۳

$(\rho_{\text{جیوه}} = ۱۳۶۰۰\frac{kg}{m^۳} \ , \ \rho_{\text{آب}} = ۱۰۰۰\frac{kg}{m^۳})$

۱) ۸۲ ۲) ۸۶ ۳) ۹۲ ۴) ۹۶

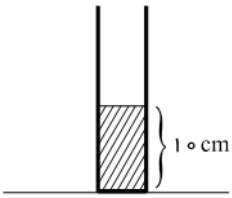
تست ۲۰:

لولهٔ بلندی به‌صورت قائم نگه داشته شده و در آن تا ارتفاع ۴cm جیوه ریخته شده است. اگر فشار هوا $۱/۰۳۳۶ \times ۱۰^۵ Pa$ باشد، ارتفاع جیوهٔ درون لوله را به چند سانتی‌متر برسانیم تا فشار در ته لوله دو برابر شود؟ $(\rho_{\text{جیوه}} = ۱۳/۶\frac{g}{cm^۳} \ , \ g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$ سراسری-۱۳۹۷

۱) ۸۴ ۲) ۸۲ ۳) ۸۰ ۴) ۷۸

تست ۲۱:

مطابق شکل زیر، در یک استوانهٔ بلند به سطح مقطع $۲۰cm^۲$ تا ارتفاع $۱۰cm$ از یک مایع به چگالی ۱۲۵۰ گرم بر لیتر قرار دارد و فشار در ته لوله $P_۱$ است. چند سانتی‌متر مکعب از مایع دیگری به چگالی ۸۰۰ گرم بر لیتر به مایع داخل لوله اضافه کنیم، تا فشار در ته لوله به $۱٫۰۲P_۱$ برسد؟ $(P_۰ = ۷۵cmHg \ ، \ \rho_{جیوه} = ۱۳٫۵\frac{g}{cm^۳} \ و \ g = ۱۰\frac{N}{kg})$



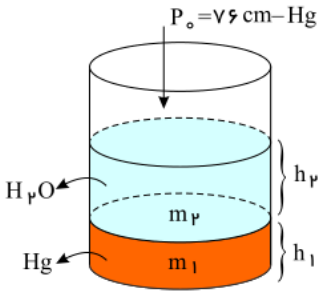
۱) ۵۱٫۲۵
۲) ۲۵۶٫۲۵
۳) ۵۱۲٫۵
۴) ۲۵۶۲٫۵

تست ۲۲:

در یک لولهٔ استوانه‌ای که مساحت قاعدهٔ آن $۵cm^۲$ است، ۱۳۶ گرم جیوه و ۱۳۶ گرم آب می‌ریزیم. اگر چگالی جیوه و چگالی آب به‌ترتیب $۱۳٫۶\frac{g}{cm^۳}$ و $۱\frac{g}{cm^۳}$ باشد، فشار در ته لوله چند پاسکال است؟ $(P_۰ = ۷۶cmHg \ , g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$

۱) ۵۴٫۴
۲) ۵۴۴۰۰
۳) ۱۰۸٫۸
۴) ۱۰۸۸۰۰

پاسخ: گزینه ۴ چون ظرف استوانه‌ای است، F وارد بر کف ظرف:



$$\begin{cases} F = (m_۱ + m_۲)g = ۲٫۷۲N \ \text{از طرف مایع} \\ P = \frac{F}{A} + P_۰ = \frac{۲٫۷۲}{۵ \times ۱۰^{-۴}} + ۱۰۳۳۶۰Pa \end{cases}$$

$$۷۶(cm - Hg) \xrightarrow{\times ۱۳۶۰} ۱۰۳۳۶۰Pa \Rightarrow \text{وارد بر کف ظرف } P = ۵۴۴۰ + ۱۰۳۳۶۰ = ۱۰۸۸۰۰Pa$$

تست ۲۳:

قطر داخلی یک لیوان استوانه‌ای $۱۰cm$ است. اگر $۵۱۰cm^۳$ آب در آن بریزیم، فشار کل در ته لیوان چند سانتی‌متر جیوه است؟

$$(P_۰ = ۷۵cmHg \ , \ \rho_{Hg} = ۱۳٫۶g/cm^۳ \ , \ \rho_{H_۲O} = ۱g/cm^۳ \ , \ g = ۱۰\frac{N}{kg} \ , \ \pi = ۳)$$

۱) ۷۵٫۲۵
۲) ۷۵٫۵۰
۳) ۷۶
۴) ۷۷

پاسخ: گزینه ۲

ابتدا مساحت قاعده‌ی لیوان را حساب می‌کنیم.

$$\text{قطر} = ۱۰cm \Rightarrow \text{شعاع} = ۵cm$$
$$\text{سطح قاعده} = A = \pi r^۲ = (۳ \times ۵^۲) = ۷۵cm^۲$$
$$\text{ارتفاع آب} = \frac{\text{حجم}}{\text{سطح قاعده}} \Rightarrow h = \frac{۵۱۰}{۷۵} = ۶٫۸cm$$

سپس فشار ناشی از $۶٫۸cm$ آب را برحسب $cmHg$ محاسبه می‌کنیم:

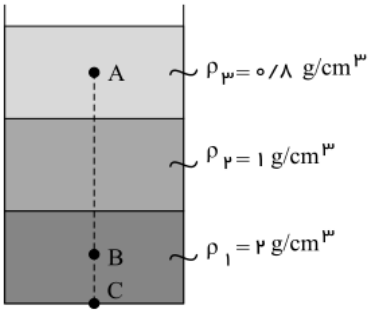
$$(\rho h)_{آب} = (\rho h)_{جیوه} \Rightarrow ۱ \times ۶٫۸ = ۱۳٫۶ \times h_{جیوه} \Rightarrow h_{جیوه} = ۰٫۵ \Rightarrow P_{مایع} = ۰٫۵cmHg$$

بنابراین فشار کل برحسب $cmHg$ در کف استوانه برابر است با:

$$\text{فشار در کف ظرف} = \text{فشار هوا} + \text{فشار حاصل از مایع} \Rightarrow \text{فشار کل} = (۷۵ + ۰٫۵) = ۷۵٫۵cmHg$$

تست۲۴:

در شکل زیر، سه مایع مخلوط نشدنی با چگالی‌های مشخص، قرار دارد و ارتفاع هر لایه از مایع‌ها $۲۰cm$ است. اگر $AB = ۴۰cm$ و $BC = ۱۰cm$ باشد، اختلاف فشار بین دو نقطهٔ A و B چند پاسکال است؟ ($g = ۱۰\frac{m}{s^۲}$)



۱) ۱۶۰۰
۲) ۲۶۰۰
۳) ۳۸۰۰
۴) ۴۸۰۰

پاسخ: گزینه ۴ باتوجه به اطلاعات عددی درمورد عمق‌ها مشخص می‌شود که A در وسط عمق مایع با چگالی $\rho_۳$ و B در وسط عمق مایع با چگالی $\rho_۱$ قرار دارد.

$$\begin{cases} P_B - P_A = \rho_۱ g\frac{h}{۲} + \rho_۲ gh + \rho_۳ g\frac{h}{۲} = ۲۰۰۰۰ \times \frac{۱}{۱۰} + ۱۰۰۰۰ \times \frac{۲}{۱۰} + ۸۰۰۰ \times \frac{۱}{۱۰} \Rightarrow \Delta P_{AB} = ۲۰۰۰ + ۲۰۰۰ + ۸۰۰ = ۴۸۰۰Pa \\ h = ۲۰cm = ۰/۲ \end{cases}$$

تست۲۵:

دو ظرف استوانه‌ای A و B هر دو پر از یک مایع می‌باشند. اگر مساحت قاعده‌ی استوانه A دو برابر مساحت قاعده‌ی B باشد ولی عمق ظرف A، $\frac{۱}{۳}$ عمق ظرف B باشد، نیرویی که مایع بر کف استوانه A وارد می‌کند چند برابر نیرویی است که مایع بر کف استوانه‌ی B وارد می کند؟

۱) $\frac{۲}{۳}$
۲) $\frac{۳}{۲}$
۳) $\frac{۳}{۴}$
۴) $\frac{۴}{۳}$

پاسخ: گزینه ۱ نیروی وارد بر ته ظرف از طرف مایع برابر است با:

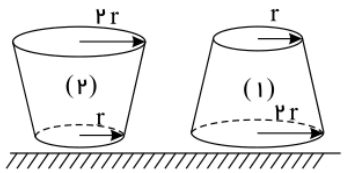
$$F = PA \Rightarrow F = \rho ghA$$

بنابراین داریم:

$$\frac{F_A}{F_B} = \frac{\rho gh_A A_A}{\rho gh_B A_B} = (\frac{h_A}{h_B})(\frac{A_A}{A_B}) = \frac{۱}{۳} \times ۲ = \frac{۲}{۳}$$

تست۲۶:

در شکل روبه‌رو،حجم و عمق آب در دو ظرف پراز آب با هم برابر است. اگر نیرویی که ظرف‌ها به سطح افقی وارد می‌کنند به ترتیب $F_۱$ و $F_۲$ و فشار آب در کف ظرف‌ها $P_۱$ و $P_۲$ باشد، کدام رابطه درست است؟ (جرم ظرف‌ها با هم برابر است.) سراسری-۱۳۹۲

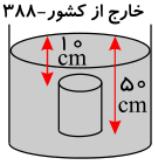


۱) $P_۱ = \frac{۱}{۴}P_۲$ و $F_۱ = F_۲$
۲) $P_۱ = P_۲$ و $F_۱ = ۴F_۲$
۳) $P_۱ = P_۲$ و $F_۱ = F_۲$
۴) $P_۱ = ۴P_۲$ و $F_۱ = \frac{۱}{۴}F_۲$

اکسترا : نیرویی که از طرف آب به سطح وارد می شود را نیز مقایسه کنید:

تست۲۷:

استوانه‌ای توپر که سطح قاعده‌ی آن ۲۰ سانتی‌متر مربع است، مطابق شکل درون آب به چگالی $۱۰۰۰\frac{kg}{m^۳}$ قرار دارد. اختلاف نیروهایی که از طرف آب به قاعده‌های پایین و بالای استوانه وارد می‌شود، چند نیوتون است؟ ($g = ۱۰\frac{m}{s^۲}$) خارج از کشور-۱۳۸۸



۱) ۲
۲) ۸
۳) ۱۰
۴) ۸۰۰

تست ۲۸:

یک زیردریایی در اعماق اقیانوسی درحال حرکت است. به پنجرهٔ آن به شعاع ۲۰ سانتی‌متر، در عمقی که فشار در آن $۱۲ \times ۱۰^{۵} Pa$ است، چند نیوتون نیرو وارد می‌شود؟ $(\pi = ۳)$

۱) ۱۲×۱۰^{۳} ۲) $۱٫۴۴ \times ۱۰$ ۳) $۱٫۴۴ \times ۱۰^{۵}$ ۴) $۱٫۴۴ \times ۱۰^{۳}$

پاسخ: گزینه ۳ ابتدا سطح پنجره را حساب کرده

$$A = \pi r^{۲} = ۳ \times (۰٫۲)^{۲} = ۳ \times ۴ \times ۱۰^{-۲} = ۱۲ \times ۱۰^{-۲} m^{۲}$$

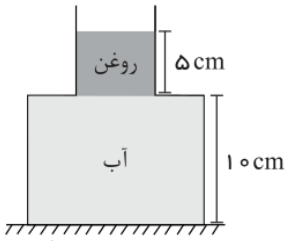
و طبق رابطه‌ی:

$$P = \frac{F}{A} \Rightarrow ۱۲ \times ۱۰^{۵} = \frac{F}{۱۲ \times ۱۰^{-۲}}$$

$$F = ۱۴۴ \times ۱۰^{۳} N = ۱٫۴۴ \times ۱۰^{۵} N$$

تست ۲۹:

در شکل زیر، ظرف از دو قسمت استوانه‌ای تشکیل شده است که سطح مقطع استوانه‌ها $۱۰ cm^{۲}$ و $۵۰ cm^{۲}$ است. نیرویی که از طرف مایع ها بر کف ظرف وارد می‌شود، چند نیوتون است؟ (چگالی روغن و آب به ترتیب $۰٫۸ \frac{g}{cm^{۳}}$ و $۱ \frac{g}{cm^{۳}}$ است و $g = ۱۰ \frac{m}{s^{۲}}$) خارج از کشور-۱۳۹۴



۱) ۵٫۴
۲) ۶٫۶
۳) ۶
۴) ۷

فشار ناشی از دو مایع ؟

فشار در ته ظرف؟

نیروی کل در ته ظرف؟

۳-۶ تکمیلی فشار در جامدات (داستان پونز)

تعریف

مقدار نیرویی که به طور عمودی بر یکای سطح وارد می شود.

(بیان ریاضی: اندازه ی نیروی عمودی سطح تقسیم بر مساحت سطحی که نیرو بر آن وارد می شود.)

فرمول

$$P = \frac{F_N}{A}$$

P : فشار وارد شده بر سطح / کمیت نرده ای! واحد: $\frac{N}{m^2}$ به افتخار پاسکال : $1Pa = 1\frac{N}{m^2}$	F_N : اندازه نیروی عمودی بر سطح واحد: N	A : مساحت سطحی که نیرو به آن اعمال شده واحد: m^2

نکات رابطه

- A : مساحت سطح تماس دو جسم است.
- A : مساحت سطح تماس دو جسم در جایی که فشار را خواسته است می باشد.
- رابطه P با A عکس می باشد:

هرچه سطح تماس کمتر باشد ⟵ فشار بیشتر می باشد : مثل تیغ جراحی ، میخ ، شمشیر و پونز

هرچه سطح تماس بیشتر باشد ⟵ فشار کمتر می باشد : مثل سپر جنگ و چوب اسکی

مقایسه ای

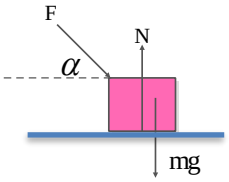
رابطه مقایسه ای یا طبقه ای:

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{F_{N_2}}{F_{N_1}} \times \frac{A_1}{A_2}$$

نکته

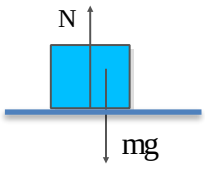
برای آن که یک جسم به یک سطح فشار بیاورد، لازم نیست مستقیماً با آن سطح در تماس باشد.

نمونه



$$P = \frac{F}{A} \longrightarrow P = \frac{F\sin\alpha + mg}{A}$$

وزن جامد روی سطح افقی



$$P = \frac{F}{A} \xrightarrow{F=N=mg} P = \frac{mg}{A}$$

نکات تکمیلی

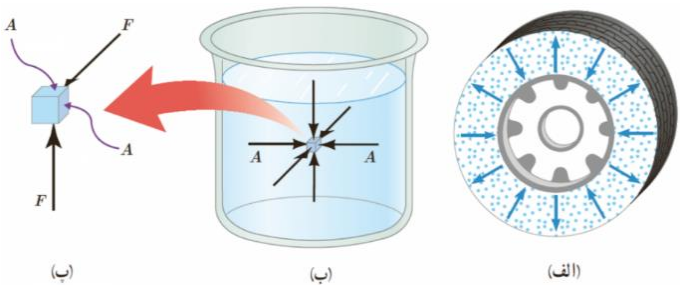
۱) فشار فقط مقدار دارد، یعنی برخلاف نیرو کمیتی نرده ای است و جمع آن هم جمع جبری!

۲) فشار نیرو نیست ها!

۳) F در این رابطه ، نیروی عمود بر سطح هست ها!

۴) در فرمول ، A مساحت سطح تماس دو جسم است.

۵) در فرمول ، به جای A مساحت سطح تماس دو جسم در جایی که فشار را خواسته شده بگذار!



۳-۶-۱ فشار در استوانه، مکعب و اجسام مشابه (ظروف یکنواخت – از پایین تا بالا شکل و مساحت خود را حفظ می کنند)

در اجسام جامدی که چگالی را می دهند و روی سطح افقی قرار دارند و سطح مقطعشان در تمام ارتفاعشان یکسان است (همانند شکل روبرو) ، فشار وارد بر سطح علاوه بر $P=\frac{mg}{A}$ به صورت زیر هم محاسبه می شود:

$$\boxed{P=\frac{mg}{A}} \xrightarrow[V=Ah]{m=\rho V} P=\frac{\rho Vg}{A}=\frac{\rho Ahg}{A} \rightarrow \boxed{P=\rho gh}$$

نکته۵: حجم از رابطه $V=Ah$ به دست می آید.

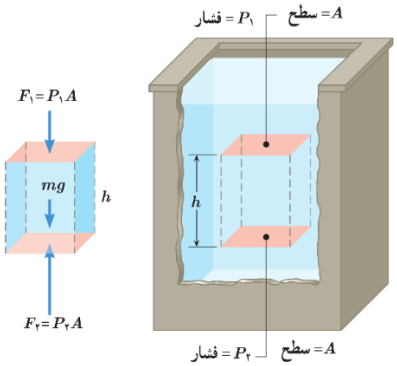
یعنی فشار این اجسام به سطح زیرشان، به مساحت قاعده ی آن ها بستگی ندارد و فقط به چگالی و ارتفاع این اجسام بستگی دارد.

نکته۶: فشار برای مخروط از این رو جی اچ حساب نمیشه. چرا؟

$$\boxed{P=\frac{mg}{A}} \xrightarrow[V=\frac{1}{3}Ah]{m=\rho V} P=\frac{\rho Vg}{A}=\frac{\rho\frac{1}{3}Ahg}{A} \rightarrow \boxed{P=\frac{1}{3}\rho gh}$$

۳-۶-۲ تکمیلی محاسبات فشار در مایع ساکن

یک ظرف آب و یک مکعب به مساحت A و ارتفاع h که سه نیرو به صورت عمود به این مکعب ساکن وارد می شود.



F_1 : نیرویی که از طرف مایع به سطح بالایی وارد می شود و رو به پایین است.

F_2 :نیرویی که از طرف مایع به سطح پایینی وارد می شود و رو به بالا است.

mg :وزن که به سمت پایین است.

از آن جایی که مکعب مستطیل ساکن است، پس باید برآیند نیروها در راستای قائم صفر شود:

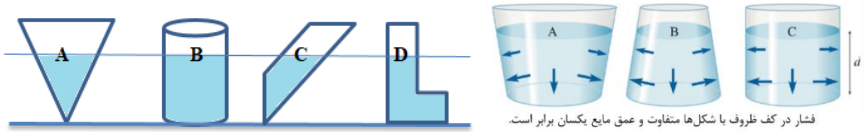
$$F_2-F_1-mg=0 \rightarrow P_2A-P_1A-mg=0 \xrightarrow[V=Ah]{m=\rho V} P_2A-P_1A-\rho Ahg=0 \rightarrow \boxed{P_2-P_1=\rho gh \rightarrow \Delta P=\rho gh}$$

ΔP : اختلاف فشار دو نقطه از مایع بر حسب پاسکال

نکته۷: از $P_2=P_1+\rho gh$ متوجه می شویم که $P_2>P_1$ ، یعنی درون یک مایع هرچه عمق بیشتر باشد، فشار بیشتر است.

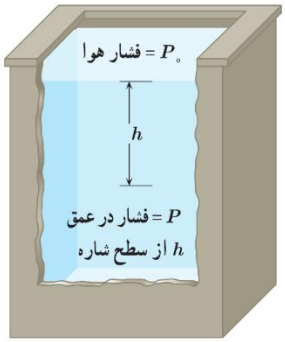
یعنی اگر به اندازه ارتفاع مشخص h پایین برویم، فشار به اندازه ρgh افزایش می یابد.

در مایعات فشار حاصل از یک مایع به سطح زیرش، فقط به ارتفاع عمودی ستون مایع، چگالی و شتاب گرانش آن محل بستگی دارد و به شکل ظرف و عوامل دیگر بستگی ندارد. پس در شکل زیر فشار در نقاط نشان داده شده با هم برابر می باشد، زیرا ارتفاع ستون مایع یکسان می باشد.



نکته۸: اگر چگالی مایع درون هر سه ظرف یکسان باشد، فشار مطلق و فشار ناشی از مایع در کف هر ۳ ظرف یکسان است.

۳-۶-۳ تکمیلی فشار مطلق (فشار کل) (P_M)

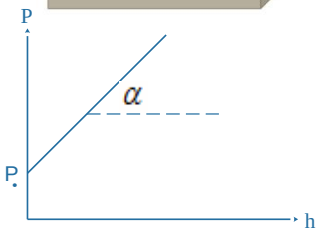


در شکل قبل اگر سطح بالایی را سطح مایع در نظر بگیریم:

- **به جای P_1، فشار در عمق صفر یا همان فشار هوای محیط (P_o)**
- **به جای P_2، فشار در عمق h از مایع یا فشار نقطه M (P_M)**

بنابراین به P_M فشار نقطه M یا فشار کل یا فشار مطلق گویند.

$$\boxed{P_M = P_o + \rho gh}$$

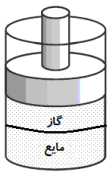


نکته ۹: گاهی اوقات نمیگن فشار کل یا فشار مطلق . مثلا میگن فشار، منظورشون همین فرموله!

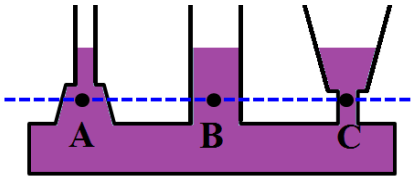
نمودار P بر حسب h : $P = P_o + \rho gh$: (عرض از مبدا : P_o | شیب نمودار : ρg)

۱) با توجه به این رابطه $P = P_o + \rho gh$ اگر از عمق h یک دریاچه به عمق ۲h برویم، فشار بین یک برابر و دو برابر می شود.

۲) اگر پیستون را فشار دهیم تا فشار گاز دو برابر شود، فشار کف ظرف بین یک برابر و دو برابر می شود. $P = P_g + \rho gh$



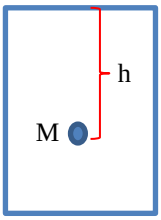
نکته ۱۰: فشار در نقاط هم سطح در یک مایع در حال تعادل یکسان می باشد.



$$\left.\begin{aligned} P_A &= P_o + \rho g h_A \\ P_B &= P_o + \rho g h_B \\ P_C &= P_o + \rho g h_C \end{aligned}\right\} \xrightarrow{h_A = h_B = h_C} P_A = P_B = P_C$$

۳-۶-٤ تکمیلی فشار ناشی از مایع یا فشار پیمانه ای (P_g)

به اختلاف فشار مطلق و فشار هوا، فشار ناشی از مایع یا فشار پیمانه ای نقطه M در عمق h از سطح مایع گویند. (یعنی فقط ببینیم مایع در عمق h چه فشاری ایجاد کرده!)



$$P_g = P_M - P_o = \rho gh$$

- ✓ حواستان باشد، h عمق نقطه مد نظر است نه ارتفاع ظرف!
- ✓ فشار پیمانه ای در گازها نیز استفاده می شود.

از رابطه های بالا مشخص شد که فشار مطلق و فشار پیمانه ای (یا فشار ناشی از مایع):

- ❖ به h بستگی دارد . (ارتفاع تا سطح آب!!!)
- ❖ ولی به شکل ظرف، وزن کل مایع و مساحت کف ظرف بستگی ندارد.

نکته ۱۱: می توان فشار وارد بر یک سطح را بر حسب ارتفاع عمودی مایعات بیان کنیم.

برای مثال اگر در یک ظرف ستونی از جیوه به ارتفاع ۷۶ سانتی متر داشته باشیم، فشار وارد بر کف ظرف از طرف مایع برابر ۷۶ سانتی متر جیوه است.

۳ فشار یکسان		
یک ستون جیوه با ارتفاع ۷۶ سانتی متر	یک ستون آب با ارتفاع ۱۰ متر	فشار هوا برابر $1atm = 10^5 Pa$

۳-۱ معادل سازی فشار

می توان فشار بر حسب ارتفاع یک مایع را به فشار بر حسب مایعی دیگر تبدیل کرد.

هرگاه بخواهیم فشار مایع ۱ را بر حسب ارتفاع مایع ۲ حساب کنیم ، از رابطه زیر استفاده می کنیم.

$$\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2$$

نکته استفاده از این رابطه: واحد ها در دو طرف یکسان باشند.

مثال : فشار در عمق ۴۰ متری آب دریاچه را بر حسب پاسکال و سانتی متر جیوه و متر آب حساب کنید :

$(1atm = 10^5 Pa = 76 cmHg = 10 mH_2O)$

فشار در عمق ۴۰ متری آب دریاچه بر حسب پاسکال	
فشار در عمق ۴۰ متری آب دریاچه بر حسب متر آب	
فشار در عمق ۴۰ متری آب دریاچه بر حسب سانتی متر جیوه	

۳-۶-۵ تکمیلی نیرو

نکته۱۲: گفتیم فشار وارد بر کف ظرف از طرف مایع فقط به چگالی، ارتفاع عمودی مایع و شتاب گرانش محل بستگی دارد. بنابراین نیرو هم به این عوامل بستگی دارد و علاوه بر این موارد به مساحت کف ظرف هم بستگی دارد.

نکته۱۳: نیرویی که مایع به هریک از دیواره ها وارد می کند و یا هریک از دیواره ها به مایع وارد می کنند، همیشه بر سطح دیواره عمود است.

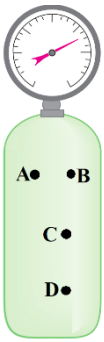
نکته۱۴: هرچه درون ظرف پایین تر برویم، فشار و نیروی وارد بر جداره افزایش پیدا می کند. فشار به طور منظم افزایش می یابد، بنابراین برای محاسبه نیرویی که مایع به دیواره ظرف وارد می کند باید فشار میانگین را در رابطه نیرو قرار دهیم:

$F = \frac{۱}{۲}\rho ghA$ A: مساحت جداره قائم ظرف است.

یه مثال : استخری مربعی شکل به ضلع ۱۰ متر تا ارتفاع ۲ متر با آب پر شده است. نیروی وارد بر هر جداره چند نیوتن است؟

$$F = \frac{۱}{۲}\rho ghA = \frac{۱}{۲} \times ۱۰۰۰ \times ۱۰ \times ۲ \times ۲۰ = ۲ \times ۱۰^{۵}$$

۳-۷ تکمیلی فشار در گازها



چگالی گازها خیلی کم است؛ بنابراین درارتفاع های نزدیک به هم مقدار ρgh درمقایسه با فشارگازآنقدرکوچک میشود که می توانیم آن را نادیده بگیریم. به همین دلیل درتمام نقاط درون مخزن فشارگاز رایکسان می گیریم.

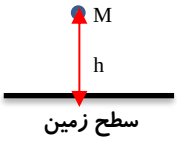
فشار هوای لاستیک اتومبیل ها را با فشار پیمانه ای اندازه گیری می کنند.

$$P_C = P_A + \rho gh \rightarrow P_C \simeq P_A$$

$$P_A \simeq P_B \simeq P_C \simeq P_D$$

۳-۸ تکمیلی فشار در هوا

بااین که چگالی هواخیلی کم است ولی ارتفاع ستون آن یا همان ارتفاع جوخیلی زیاد است. درواقع زیاد بودن h کوچک بودن ρ راپوشش میدهد و ما نمیتوانیم از ρgh چشم پوشی کنیم.



بنابراین طبق شکل روبرو وقتی به اندازه h از سطح زمین بالا برویم فشارهوا به اندازه ρgh کم می شود.

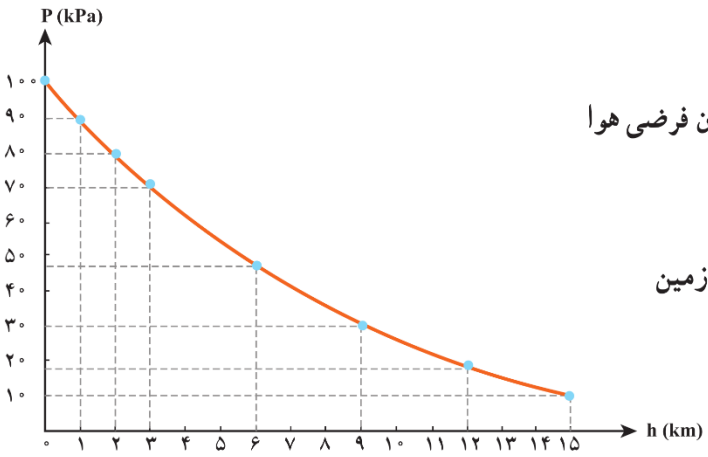
$P_M = P_0 - \rho gh$	
P_M	P_0
فشارهوا در ارتفاع h ازسطح زمین	فشارهوادرسطح زمین

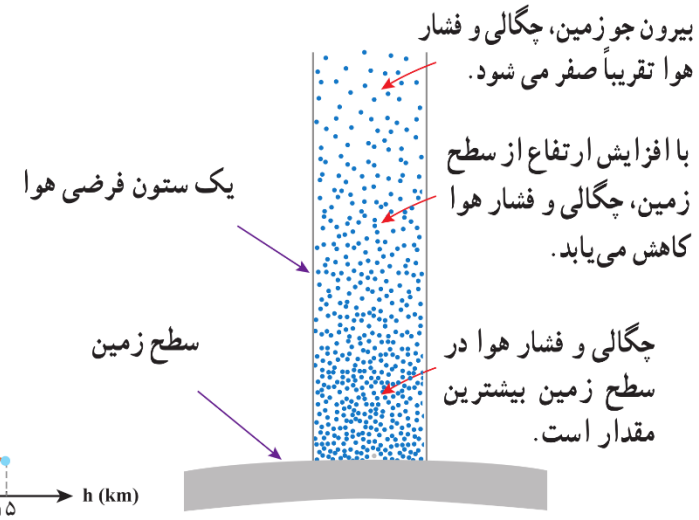
این رابطه نشان میدهد هرچه ارتفاع ازسطح زمین بیشترشود فشارهوا کمتر میشود.

۳-۸-۱ تکمیلی چگالی هوا با ارتفاع تغییر می کند

نیروی جاذبه ی زمین باعث میشود که لایه های زیرین هوا نسبت به لایه های بالایی فشرده تر باشند در نتیجه هر چه از سطح زمین فاصله می گیریم وبالا تر میرویم چگالی هواکمتر میشود.

* اگر بخواهیم از فرمول $P = P_0 - \rho gh$ برای محاسبه فشار در ارتفاع h استفاده کنیم به جای p باید چگالی متوسط هوا از سطح زمین تا آن ارتفاع را قرار دهیم.





$$P = P_0 - \bar{\rho} g h$$

$\bar{\rho}$: چگالی متوسط هوا

تست ۳۰:

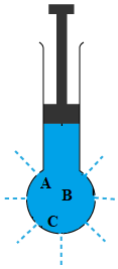
ستونی از هوا به سطح مقطع $1m^2$ و چگالی متوسط $0/2 \frac{kg}{m^3}$ از سطح زمین تا بالاترین نقطهٔ جو مطابق شکل زیر داریم. اگر فشار وارد به کف ستون یک اتمسفر باشد، ارتفاع جو چند متر بوده است؟ $(P_0 = 10^5\ Pa, g = 10 \frac{N}{kg})$

۱) 5×10^4
۲) $2/4 \times 10^5$
۳) 2×10^5
۴) $1/5 \times 10^4$

چند کیلوگرم هوا در این ستون فرضی وجود دارد؟

با توجه به نمودار بالا چند درصد این جرم تا ارتفاع ۹ کیلومتری این ستون فرضی قرار دارد؟

۳-۸-۲ اصل پاسکال



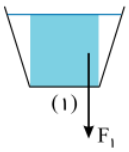
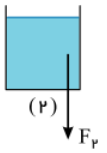
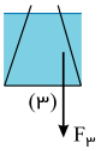
اگر فشار در یک نقطه از مایع ساکن تغییر کرده باشد، درتمام نقاط آن مایع هم، فشار به همان میزان تغییرکرده است.

- ✓ تغییرات فشار در همه نقاط یک مایع ساکن یکسان است.

در شکل روبرو اگرنیروی پیستون را افزایش دهیم فشار در تمام نقاط مایع یکسان تغییر میکند.

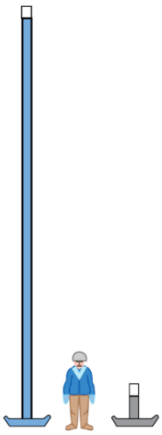
۳-۸-۳ مقایسه وزن مایع و وزن ستون مایع

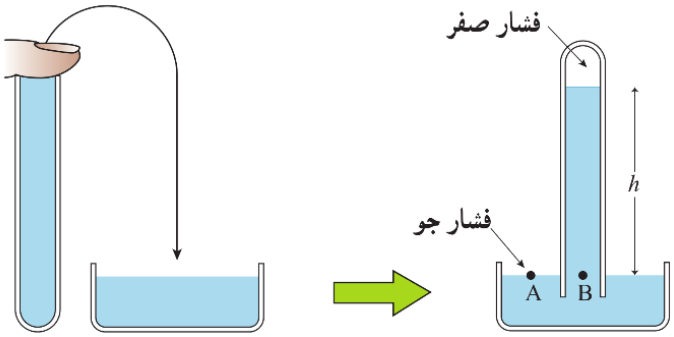
همیشه نیرویی که مایع به کف ظرف وارد می کند برابر وزن مایع نیست. اگر F نیروی وارد بر کف ظرف از طرف مایع باشد:

$F_1 = \rho g \underset{\text{hajme ostevane farzi}}{hA} \xrightarrow{V'=hA} F_1 = \rho g V'$ $\xrightarrow{m'=\rho V'} F_1 = m'g \quad , \quad W = mg$ $m' < m \rightarrow\rightarrow \boxed{F_1 < W}$ **مایع درون ظرف اصلی از مایع درون استوانه فرضی بیشتر است.**	
$F_2 = \rho g h A \xrightarrow{V=hA} F_2 = \rho g V$ $\xrightarrow{m=\rho V} F_2 = mg = W$ $\rightarrow \boxed{F_2 = W}$	
$F_3 = \rho g \underset{\text{hajme ostevane farzi}}{hA} \xrightarrow{V'=hA} F_3 = \rho g V'$ $\xrightarrow{m'=\rho V'} F_3 = m'g \quad , \quad W = mg$ $m' > m \rightarrow\rightarrow \boxed{F_3 > W}$ **مایع درون ظرف اصلی از مایع درون استوانه فرضی کمتر است.**	

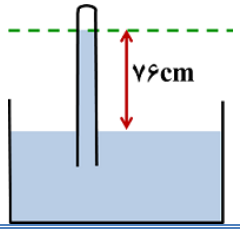
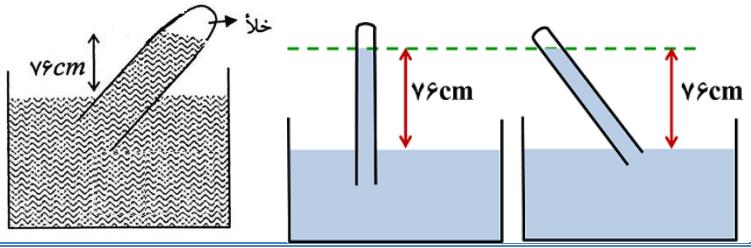
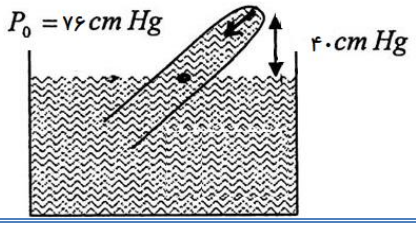
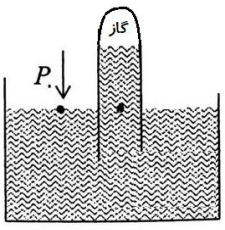
نکته۱۵: هر گاه نیرویی که ظرف مایع به سطح افقی که روی آن قرار می گیرد را خواستند، این نیرو هم اندازه مجموع وزن ظرف و وزن مایع است و به شکل ظرف بستگی ندارد.

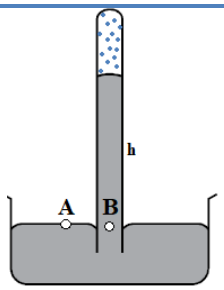
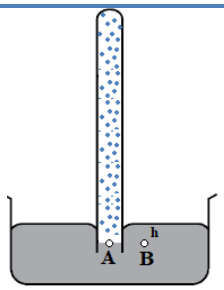
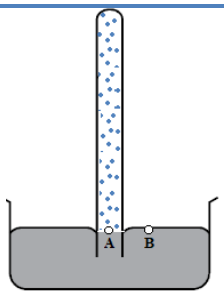
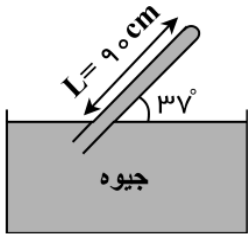
۳-۸-٤ بارومتر یا جوسنج (توریچلی)





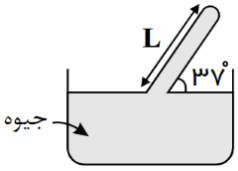
$$P_A = P_B \rightarrow P_o = o + \rho gh \rightarrow \boxed{P_o = \rho gh}$$

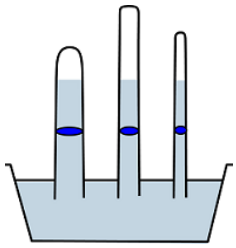
۱	اگر یک لوله آزمایش را درون ظرف پر از جیوه فرو ببریم، هوای داخل آن را خالی کنیم و آن را از انتهای بسته آرام بیرون بیاوریم خواهیم دید جیوه تا ارتفاع ۷۶ سانتی متر بالاتر از سطح آزاد جیوه قرار می گیرد. 
۲	اگر در این آزمایش لوله آزمایش را کج کنیم، جیوه طول بیشتری از لوله را پر می کند، اما ارتفاع عمودی باز هم ۷۶ سانتی متر است. 
۳	اگر در این آزمایش لوله را آنقدر کج کنیم که ارتفاع عمودی آن کمتر از ۷۶ سانتی متر شود، جیوه تمام لوله را پر می کند و همچنین ته لوله به جیوه فشار وارد می کند. (در این جا فشار در ته لوله باید ۳۶ سانتی متر جیوه باشد) 
۴	اگر در این آزمایش مقداری هوا در داخل لوله باقی بماند، ارتفاع ستون جیوه از ۷۶ سانتی متر کم تر خواهد بود. اگر ارتفاع جیوه در این جا ۳۶ سانتی متر جیوه باشد، قطعا فشار گاز برابر ۴۰ سانتی متر جیوه است. 

خلاصه حالت های بارومتر			
حالت ۱	حالت ۲	حالت ۳	حالت ۴
			
$P_A = P_B \rightarrow P_o = P_{fluid} + P_{gas}$	$P_A = P_B \rightarrow P_{gas} = P_{fluid} + P_o$	$P_A = P_B \rightarrow P_{gas} = P_o$	$P_A = P_B \rightarrow P_o = P_{fluid} + P'$ P' : فشاری است که به انتهای لوله وارد می شود.

نکته۱۶: اگر توریچلی رو کج کردن چی؟ کافیه واسه به دست آوردن ارتفاع قائم یه مثلثات بری.

$h = L\sin ۳۷$



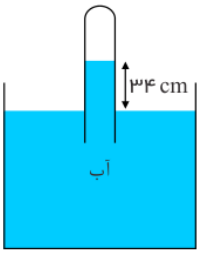


یه سوال: برای لوله‌های غیر موئین، اگر سطح مقطع لوله‌ها متفاوت باشد، ارتفاع ستون جیوه چه تغییری می‌کند؟

ارتفاع ستون جیوه در آزمایش توریچلّی تابع فشار هوای محلی است که آزمایش در آنجا انجام می‌شود و سطح مقطع لوله تأثیر چندانی ندارد.

تست ۳۱:

در شکل رو به رو، فشار گاز جمع شده در انتهای لوله، ۷۲ سانتی متر جیوه است. چگالی آب $1g/cm^3$ و چگالی جیوه $13/6g/cm^3$ است. اگر اختلاف سطح آب در لوله و ظرف $34cm$باشد، فشار هوا چند سانتی متر جیوه است؟



۱) ۷۶ ۲) ۷۴/۵ ۳) ۶۹/۵ ۴) ۶۸

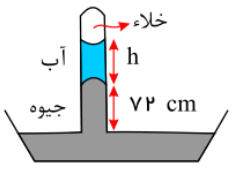
پاسخ: گزینه ۲

$h_{cmHg} = \frac{\rho h}{۱۳/۶}$

$h_{cmHg} = \frac{۳۴}{۱۳/۶} = ۲/۵ cmHg$ $\quad P_{گاز} = P_{هوا} - \rho gh_{آب}$ $\quad ۷۲_{cmHg} = P_{\circ} - ۲/۵$ $\quad P_{\circ} = ۷۴/۵ cmHg$

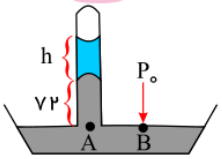
تست ۳۲:

در آزمایش شکل مقابل ارتفاع آب در لوله چقدر است؟ $(\frac{\rho_{جیوه}}{\rho_{آب}} = ۱۴ ، P_{\circ} = ۷۶\ cm\ Hg)$



۱) ۵۶cm ۲) ۸۰cm ۳) ۲۰cm ۴) ۶۶cm

پاسخ: گزینه ۱ در شکل زیر نقاط A و B که درون جیوه انتخاب شده‌اند، هم ترازند، بنابراین $P_A = P_B$ است و داریم:



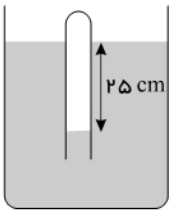
$P_A = P_B \Rightarrow P_{Hg} + P_{آب} = P_{هوا} \Rightarrow ۷۲ + P_{آب} = ۷۶ \Rightarrow P_{آب} = ۴\ cmHg$

سپس $۴cmHg$ را به معادل ارتفاع آب آن تبدیل می کنیم:

$(\rho h)_{Hg} = (\rho h)_{آب} \Rightarrow \frac{\rho_{Hg}}{\rho_{آب}} = \frac{h_{آب}}{h_{Hg}} \Rightarrow ۱۴ = \frac{h_{آب}}{۴} \Rightarrow h_{آب} = ۵۶cm$

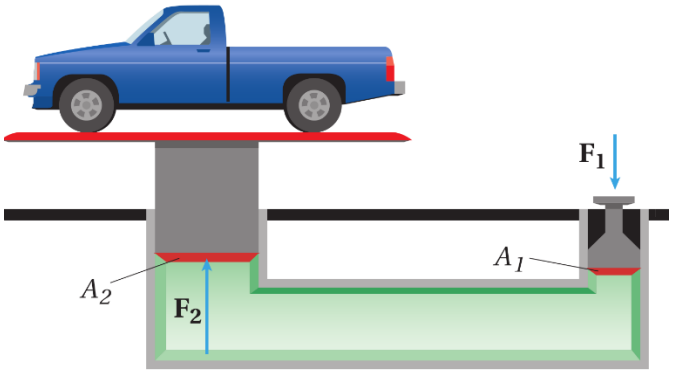
تست۳۳:

در شکل زیر، اگر چگالی مایع $۲\frac{g}{cm^۳}$ باشد، فشار گاز محبوس درون لوله چند کیلو پاسکال است؟ ($P_۰ = ۱۰^۵ Pa$ و $g = ۱۰\frac{m}{s^۲}$)



۱) ۸۵
۲) ۹۵
۳) ۱۰۵
۴) ۱۲۵

۳-۹ بالابر هیدرولیکی (کاربرد اصل پاسکال)



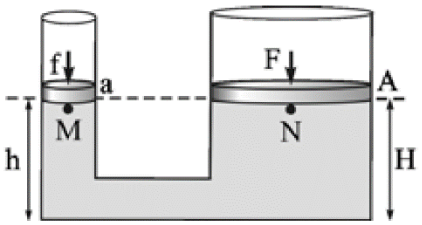
بالابر هیدرولیکی یک نوع لوله ی u شکل با قطر متفاوت در دوطرف است. درون این لوله U شکل مایعی مثل روغن ریخته ایم که در دوطرف توسط دو پیستون احاطه شده در این جا همانند تمام لوله های Uشکل میتوانیم از اصل هم فشاری نقاط هم تراز استفاده کنیم.

طبق اصل پاسکال در بالابر های هیدرولیکی افزایش فشارناشی ازاعمال نیروی $F_۱$بدون هیچ کم وکاستی به پیستون۲منتقل میشود و داریم:

$$\Delta p_1 = \Delta p_2 = \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \Rightarrow \boxed{F_2 = (\frac{A_2}{A_1})F_1}$$

$$A_2 > A_1 \Rightarrow F_2 > F_1$$

به همین خاطر ازاین بالابرهابرای جابه جایی بسیار سنگین مثل اتومبیل ها بااعمال نیروی کم استفاده میشود.

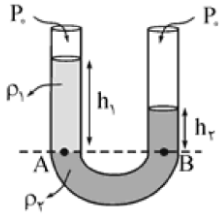


$$P_M = P_N \longrightarrow \frac{f}{a} = \frac{F}{A} \longrightarrow \boxed{\frac{F}{f} = \frac{A}{a}} \qquad \frac{A}{a} = (\frac{D}{d})^۲ = (\frac{R}{r})^۲$$

$$W_۱ = W_۲ \longrightarrow f \cdot h = F \cdot H \longrightarrow \boxed{\frac{F}{f} = \frac{h}{H}}$$

۳-۱۰ لوله های U شکل

تعادل مایع های مخلوط نشدنی در لوله های U شکل :



فشار مایع در یک نقطه از مایع به شکل ظرف بستگی ندارد بلکه به عمق نقطه مد نظر یا همان فاصله از سطح آزاد مایع بستگی دارد و با رابطه ی $P = \rho gh$ به دست می اید.

اصل هم فشاری نقاط هم تراز درون یک مایع :

اصل هم فشاری نقاط هم تراز به ما میگویدکه به شکل کاری نداشته باشید و به۲ مورد توجه کنید

۱) دونقطه مورد نظر در یک مایع باشند

۲) هم تراز باشند

در این صورت فشار هر دونقطه مساوی است.

در ضمن اگر یک نقطه داخل مایع ونقطه ی هم ترازش در سطح همان مایع باشد بازهم این اصل برقرار است.

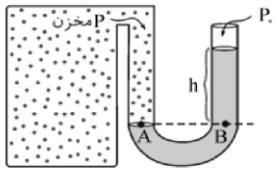
$$P_A = P_B \longrightarrow P_. + \rho_۱ gh_۱ = P_. + \rho_۲ gh_۲ \longrightarrow \boxed{\rho_۱ h_۱ = \rho_۲ h_۲}$$

نکات:

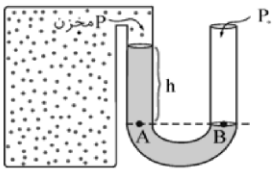
۱) نیازی به تبدیل واحد در SI نیست. فقط واحد های دو طرف تساوی یکسان باشد.

۲) قطر لوله ها در مسائل لوله های U شکل فقط برای محاسبه نیرو اهمیت دارد.

مخزن دار : پیمانه ای مثبت یا منفی

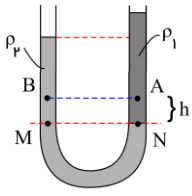


$$P_A = P_B \longrightarrow \boxed{P_{مخزن} = P_. + \rho gh}$$



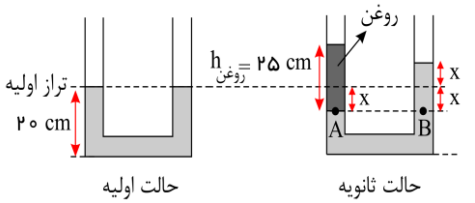
$$P_A = P_B \longrightarrow P_{مخزن} + \rho gh = P_. \longrightarrow \boxed{P_{مخزن} = P_. - \rho gh}$$

چند نکته مهم در لوله های U شکل:

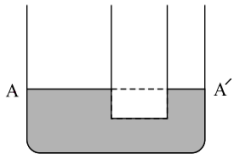


۱) در لوله های U شکل هرگاه دو مایع مخلوط نشدنی ریخته شده باشند، مایعی که سطح آزاد پایین تری دارد چگالی بیشتری دارد و در یک سطح تراز فشار نقطه ای که در مایع چگال تر است ، کم تر است.

۲) اگر از مایعی در لوله U شکل بریزیم، ارتفاع ستون مایع در دو شاخه برابر است. حال اگر مایع مخلوط نشدنی ۲ را در یکی از شاخه های لوله U شکل بریزیم، ارتفاع مایع ۱ و سطح تراز فعلی : $\boxed{h_۱ = ۲x}$



۳) اگر مساحت قاعده ها متفاوت باشد: به صورت کلی می دانیم که $\Delta V_1 = \Delta V_2$



$$A_A = 9A_{A'} \rightarrow \Delta V_A = \Delta V_{A'} \rightarrow A_A h_A = A_{A'} h_{A'}$$
$$\rightarrow 9A_{A'} h_A = A_{A'} h_{A'} \rightarrow 9h_A = h_{A'}$$

اگر مساحت یکی از شاخه ها n برابر دیگری باشد و ارتفاع مایع در لوله بزرگتر به اندازه x جابجا شود ، در لوله باریک تر به اندازه nx جابجا می شود.

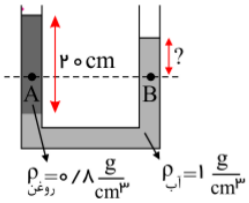
یا بر اساس قطر:

$$D_A = 3D_{A'} \rightarrow \Delta V_A = \Delta V_{A'} \rightarrow A_A h_A = A_{A'} h_{A'}$$
$$\rightarrow \frac{\pi}{4} D_A^2 h_A = \frac{\pi}{4} D_{A'}^2 h_{A'} \rightarrow 9h_A = h_{A'}$$

۱-۱۰-۳ تیپ اول سوالات U شکل: ساده

تست ۳۴:

در شکل زیر، اگر اندازهٔ اختلاف فشار بین دو نقطهٔ A و B که در یک سطح تراز در مجموعهٔ ساکنی قرار دارند، برابر با ۱۰۰ پاسکال باشد، در این صورت عمق نقطهٔ B از سطح آزاد آب چند سانتی‌متر است؟ $(g = 10 \frac{N}{kg})$

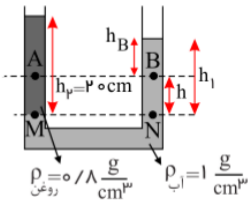


۱) ۵
۲) ۱۵
۳) ۱۱
۴) ۱۶

فشار در نقاط هم‌تراز یک مایع ساکن با یکدیگر برابر است لذا باتوجه به شکل، فشار در نقاط M و N با یکدیگر برابر است:

$$P_M = P_N \Rightarrow \rho_{روغن} h_2 = \rho_{آب} h_1 \Rightarrow 0/8 \times 20 = 1 \times h_1 \Rightarrow h_1 = 16cm$$

حال برای به‌دست آوردن عمق نقطهٔ B از سطح آزاد مایع داریم:



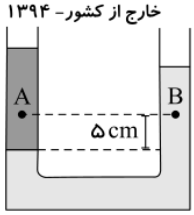
$$P_M = P_N \Rightarrow P_A + \rho_{روغن} gh = P_B + \rho_{آب} gh \Rightarrow P_A - P_B = gh(\rho_{آب} - \rho_{روغن})$$
$$\xrightarrow{P_A - P_B = 100Pa} 100 = 10 \times h \times (1000 - 800) \Rightarrow h = \frac{1}{20} m = 0/05m = 5cm$$

ارتفاع نقطهٔ B از سطح آزاد مایع برابر است با: $h_B = h_1 - h = 16 - 5 = 11cm$

تست ۳۵:

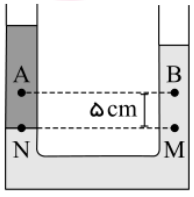
در شکل روبه‌رو، دو مایع مخلوط نشدنی به چگالی‌های $800 \frac{kg}{m^3}$ و $1000 \frac{kg}{m^3}$ در یک لوله‌ی U شکل قرار دارند. اگر فشار در نقطه های A و B به ترتیب P_A و P_B باشد، کدام رابطه در SI برقرار است؟ $(g = 10 \frac{N}{kg})$

خارج از کشور- ۱۳۹۴



۱) $P_A = P_B$
۲) $P_A = \frac{4}{5} P_B$
۳) $P_A = P_B - 100$
۴) $P_A = P_B + 100$

پاسخ: گزینه ۴ می‌دانیم نقاط هم تراز در یک مایع، فشار یکسان دارند، بنابراین در مورد فشار نقاط A و B می توان گفت:

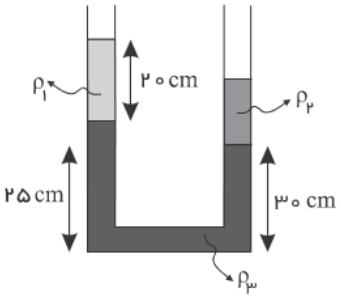


$$\begin{cases} P_A = P_M - \rho_A gh \\ P_B = P_N - \rho_B gh \end{cases} \xrightarrow{P_M = P_N} P_A + \rho_A gh = P_B + \rho_B gh \Rightarrow P_A = P_B + (\rho_B - \rho_A) gh$$

$$\Rightarrow P_A = P_B + (1000 - 800) \times 10 \times 0/05 \Rightarrow P_A = P_B + 100$$

تست۳۶:

در شکل زیر، سه مایع مخلوط نشدنی به چگالی‌های $\rho_۲ = ۲/۴ \frac{g}{cm^۳}$، $\rho_۱ = ۰/۸ \frac{g}{cm^۳}$ و مایع سوم با چگالی $\rho_۳$ به حالت تعادل قرار دارند. اگر سطح مقطع لوله $۲cm^۲$ باشد، جرم مایع سوم چند گرم است؟



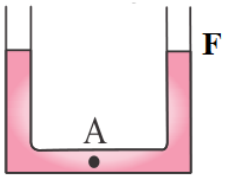
۱) ۵۶ ۲) ۴۸ ۳) ۴۲ ۴) ۳۵

۳-۱۰-۲ تیپ دوم سوالات U شکل: اضاف کردن

تست۳۷: سطح مقطع یکسان

در شکل روبه‌رو، سطح مقطع لوله در هر طرف برابر $۲cm^۲$ است و در لوله جیوه ریخته شده است. اگر در یکی از شاخه‌ها روی جیوه **۳۴ cm** آب بریزیم، مطلوبست : (چگالی جیوه و آب به ترتیب $۱۳/۶ \frac{g}{cm^۳}$ ، $۱ \frac{g}{cm^۳}$ است.)

مورد ج- خارج از کشور- ۱۳۹۳



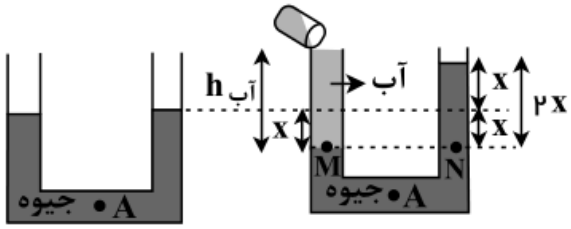
الف: سطح جیوه نسبت به حالت اولیه چند سانتی متر بالاتر می رود؟

ب: ارتفاع جیوه در شاخه سمت راست چند سانتی متر می شود؟ (ارتفاع اولیه جیوه در هر دو شاخه ۲۰ سانتی متر می باشد.)

ج: فشار در نقطه A چند سانتی‌متر جیوه افزایش می یابد؟

د: سطح جیوه چند سانتی متر از نقطه ی F بالاتر می رود؟

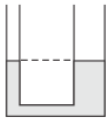
هـ: ..... در یکی از شاخه ها روی جیوه ۶۸ گرم آب بریزیم:



تست۳۸: سطح مقطع متفاوت

در یک لوله‌ی U شکل که مساحت قاعده‌ی لوله‌ی سمت راست و چپ آن به ترتیب $۵cm^۲$ و $۲cm^۲$ است، مطابق شکل زیر، آب وجود دارد. در لوله‌ی سمت چپ چند گرم روغن بریزیم تا سطح آب در لوله‌ی سمت راست ۴ سانتی‌متر بالا رود؟ $(\rho_{روغن} = ۰/۸ \frac{g}{cm^۳}$ ، $\rho_{آب} = ۱ \frac{g}{cm^۳}$ ، $g = ۱۰ \frac{m}{s^۲})$

خارج از کشور- ۱۳۹۶

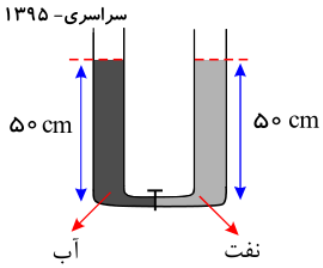


۱) ۱۷/۵ ۲) ۲۸
۳) ۳۵ ۴) ۷۰

۳-۱۰-۳ تیپ سوم سوالات U شکل: باز کردن شیر

تست ۳۹: سطح مقطع یکسان

در شکل روبه‌رو، قطر قاعده‌ی دو استوانه برابرند. اگر شیر ارتباط بین دو طرف را باز کنیم، سطح آب چند سانتی‌متر پایین می‌آید؟



($\text{چگالی نفت و } 800\frac{kg}{m^3} = \text{چگالی آب } 1000\frac{kg}{m^3}$)

۱) ۱۰

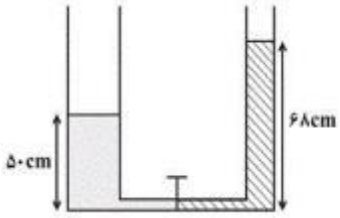
۲) ۵

۳) ۴

۴) ۲٫۵

تست ۴۰: سطح مقطع متفاوت

در لولهٔ U شکل زیر، مساحت سطح مقطع شاخهٔ سمت چپ، چهار برابر مساحت سطح مقطع شاخهٔ سمت راست است. اگر در شاخهٔ سمت راست تا ارتفاع ۶۸ سانتی‌متری آب و در شاخهٔ سمت چپ تا ارتفاع ۵۰ سانتی‌متری جیوه بریزیم و سپس شیر ارتباطی دو لوله باز شود، پس از برقراری تعادل سطح جیوه نسبت به حالت اولیه چند سانتی‌متر جابه‌جا می‌شود؟



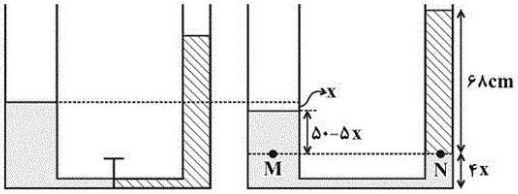
($\rho_{\text{آب}} = 1\frac{g}{cm^3}$، $\rho_{\text{جیوه}} = 13/6\frac{g}{cm^3}$ و سطح مقطع لولهٔ ارتباطی ناچیز است.)

۱) ۱

۲) ۴

۳) ۸

۴) ۹



بعد از باز کردن شیر رابط و به تعادل رسیدن دو مایع، اگر سطح جیوه در شاخهٔ سمت چپ به اندازهٔ x پایین بیاید، با توجه به این‌که سطح مقطع شاخهٔ سمت چپ، چهار برابر سطح مقطع شاخهٔ سمت راست است، بنابراین سطح آب در شاخهٔ سمت راست به اندازهٔ 4x بالا می‌رود. حال با توجه به برابری فشار در نقاط هم‌تراز یک مایع ساکن، داریم:

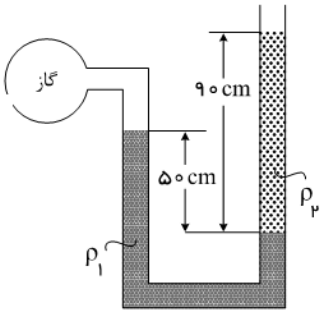
$$P_M = P_N \Rightarrow \rho_{\text{جیوه}} g h_{\text{جیوه}} + P_0 = \rho_{\text{آب}} g h_{\text{آب}} + P_0$$

$$\Rightarrow \rho_{\text{جیوه}} h_{\text{جیوه}} = \rho_{\text{آب}} h_{\text{آب}} \Rightarrow 13/6 \times (50 - 5x) = 1 \times 68 \quad \Rightarrow x = 9\,cm$$

۴-۱۰-۳ تیپ چهارم سوالات U شکل: مخزن دار

تست ۴۱:

در شکل زیر، دو مایع به حالت تعادل قرار دارند. اگر چگالی آن‌ها $\rho_1 = 1/2\frac{g}{cm^3}$ و $\rho_2 = 1\frac{g}{cm^3}$ باشد. فشار پیمانه‌ای گاز چند پاسکال است؟ $(g = 10\frac{N}{kg})$



۱) ۳۰۰۰

۲) ۳۶۰۰

۳) ۵۰۰۰

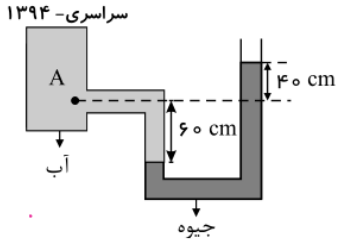
۴) ۵۸۰۰

تست ۴۲:

در شکل روبه‌رو، اختلاف فشار نقطه‌ی A و فشار هوا چند کیلوپاسکال است؟

$(g = ۱۰\frac{N}{kg}\ ,\ \rho_{آب} = ۱\frac{g}{cm^۳}\ ,\ \rho_{جیوه} = ۱۳٫۶\frac{g}{cm^۳})$

سراسری- ۱۳۹۴

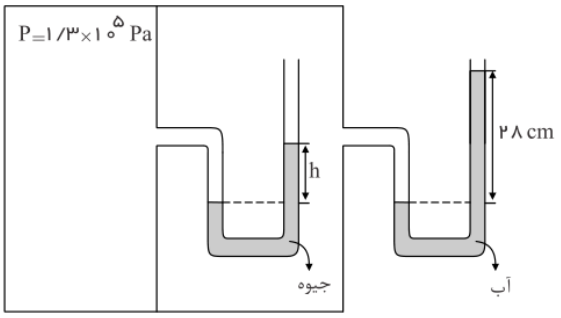


۱) ۱۳٫۶
۲) ۱۳۶
۳) ۱۳۰
۴) ۶۰

تست ۴۳:

در شکل زیر، اگر فشار هوا $۱۰^۵ Pa$ و چگالی آب و جیوه در SI به ترتیب ۱۰۰۰ و ۱۳۶۰۰ باشد، h چند سانتی‌متر است؟

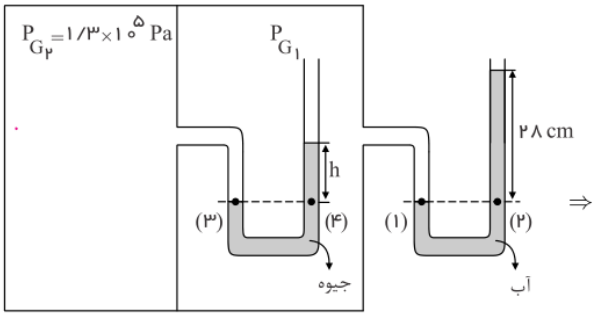
خارج از کشور- ۱۳۹۷



۱) ۲۲
۲) ۲۰
۳) ۱۸
۴) ۱۵

پاسخ: گزینه ۲

ابتدا در لولهٔ u شکل سمت راست با مساوی قرار دادن فشار طرفین فشار $P_{G_۱}$ را حساب می‌کنیم.



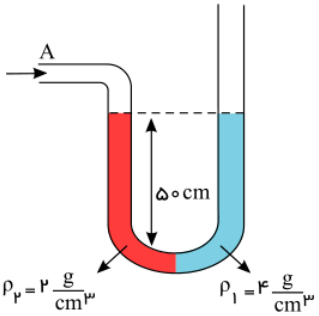
$$P_۰ = ۱۰^۵ pa$$
$$P_۱ = P_۲ \Rightarrow P_{G_۱} = P_{آب} + P_۰$$
$$P_{G_۱} = \rho' g h' + P_۰$$
$$\Rightarrow P_{G_۱} = ۱۰۰۰ \times ۱۰ \times ۰٫۲۸ + ۱۰^۵ \Rightarrow P_{G_۱} = ۱۰۰۰۰۰ + ۲۸۰۰ = ۱۰۲۸۰۰ Pa$$

حال در لولهٔ سمت چپ فشار طرفین را مساوی قرار می‌دهیم تا h بدست آید.

$$P_۳ = P_{G_۴} \Rightarrow\ ,\ P_{G_۲} = P_{جیوه} + P_{G_۱} \Rightarrow ۱٫۳ \times ۱۰^۵ = \rho g h + ۱۰۲۸۰۰$$
$$\Rightarrow ۱۳۰۰۰۰ - ۱۰۲۸۰۰ = ۱۳۶۰۰ \times ۱۰ \times h \Rightarrow h = ۰٫۲m = ۲۰cm$$

تست ۴۴:

در شکل مقابل شخصی از نقطهٔ A به درون لولهٔ U شکل می‌دمد. فشار پیمانه‌ای هوای درون ریهٔ شخص چند کیلوپاسکال است؟

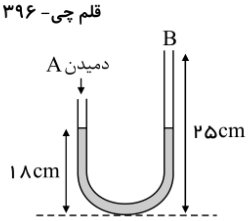


۱) ۲۰۰۰
۲) ۲۰
۳) ۱۰۰۰۰
۴) ۱۰

تست ۴۵:

مطابق شکل زیر، لوله‌ی U شکل که سطح مقطع آن در سرتاسر لوله ثابت است، داریم که یک دهانه‌ی آن از دیگری بالاتر قرار دارد. در دو طرف لوله تا ارتفاع $۱۸cm$ آب وجود دارد و می‌خواهیم با دمیدن در دهانه‌ی A، آب را از دهانه‌ی B خارج کنیم. حداقل فشاری که هوای دمیده شده باید داشته باشد، چندکیلوپاسکال است؟ $(P_۰ = ۱۰^۵ Pa \text{ و } \rho_{آب} = ۱۰۰۰ \frac{kg}{m^۳} \text{ , } g = ۱۰ \frac{N}{kg})$

قلم چی- ۱۳۹۶



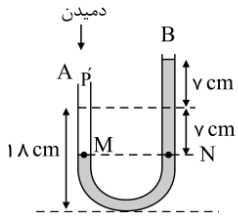
۱) ۱٫۴

۲) ۱۰۱٫۴

۳) ۰٫۷

۴) ۱۰۰٫۷

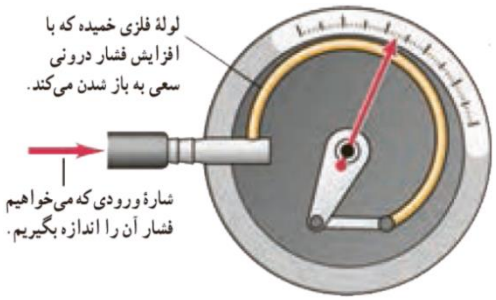
پاسخ: **گزینه ۲** برای خارج شدن آب از دهانه‌ی B، باید سطح آب در سمت راست لوله‌ی $(۲۵ - ۱۸ = ۷cm)$ بالا بیاید و باتوجه به یکسان بودن سطح مقطع لوله در دو شاخه وضعیت آب درلوله به شکل زیر در می‌آید و باتوجه به برابر بودن فشار در نقاط هم‌تراز درون یک مایع ساکن مانند M و N می‌توان نوشت:



$$P_M = P_N \Rightarrow P' = \rho gh + P_۰$$
$$\Rightarrow P' = ۱۰۰۰ \times ۱۰ \times ۰٫۱۴ + ۱۰^۵ \Rightarrow P' = ۱۰۱٫۴kPa$$

۳-۱۰-۵ فشار سنج بوردون

عقربه این فشارسنج زمانی حرکت می کند که فشار پیمانه ای تغییر کند. یعنی کار این وسیله نشان داد فشار پیمانه ای شاره است. دستگاه هایی مثل دستگاه فشارسنج خون وفشارسنج بادلاستیک فشارپیمانه ای را اندازه می گیرند.



۳-۱۱ نیروی شناوری – اصل ارشمیدوس

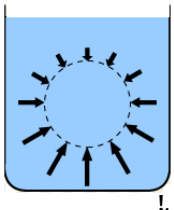
نیروی شناوری

توپ توی آب نمیره، علتش نیرویه شناوریه (F_b).

چرا توپ بالا میاد؟

۱) شاره(مایع یاگاز)به سطح جسمی که در داخل آن است به طورعمود نیرو وارد میکند.

۲) هرچه سطح جسم درنقاط عمیق ترشاره باشد این نیرو بزرگتر است.



- پایین فشار بالاتره، فلش پایینی ها بزرگتره، به این خاطر نیرو بالاسو هستش!
- این نیروی بالا سوی خالص را نیروی شناوری گویند.
- پس علت وارد شدن نیروی شناوری اختلاف فشار در سطوح بالایی و پایینی جسم می باشد.

$$F_b = \rho V g$$

ρ : چگالی شاره	V : حجم آن قسمتی از جسم که داخل مایع شده یا حجم مایع جابجا شده

اصل ارشمیدوس

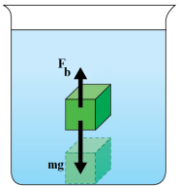
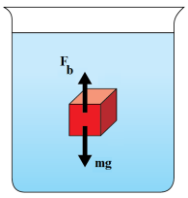
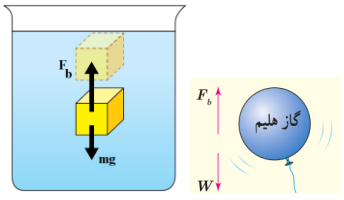
طبق این اصل وقتی تمام یابخشی ازجسم درون شاره ای فرو رود ازطرف شاره نیرویی بالاسو برجسم وارد می شود. این نیرو برابر باوزن شاره جابه جاشده توسط جسم است. که وزن آب جابجا شده توسط جسم لزوماً با وزن جسم برابر نیست.

F_b =وزن شاره جابه جاشده

نکته: حجم مایع جابه جاشده برابر حجمی از جسم جامداست که درون مایع فرو رفته.

توی کتاب گفته شده که مسئله ی عددی از اصل ارشمیدوس ندیم!

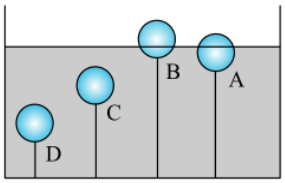
۱-۱۱-۳ شناور؟ غوطه ور؟ ته نشین؟ بالا رفتن؟

حالت	مقایسه نیرو شناوری و نیروی وزن جسم	شکل	مقایسه چگالی جسم (ρ_m) وچگالی شاره(ρ_{fluid})	وضعیت جسم
اول	$mg > F_b$		$\rho_m > \rho_{fluid}$	جسم درشاره به طرف پایین به طرف پایین حرکت میکند تا ته نشین شود.
دوم	$mg = F_b$		$\rho_m = \rho_{fluid}$	جسم درون شاره غوطه ور می ماند.
سوم	$mg < F_b$		$\rho_m < \rho_{fluid}$	جسم به طرف بالا حرکت میکند تا برسطح مایع شناورشود.
چهارم	$mg = F_b$		$\rho_m < \rho_{fluid}$	جسم در سطح مایع شناور است

تست ۴۶:

در شکل زیر، چهار کرهٔ توخالی سبک همسان توسط نخ به کف ظرف پر از آبی متصل شده و ساکن هستند. اندازهٔ نیروی شناوری وارد بر آن‌ها در کدام گزینه به‌درستی مقایسه شده است؟

قلم چی-۱۳۹۸



۱) $A > B > C > D$
۲) $A = B = C = D$
۳) $D = C > B > A$
۴) $D = C > A > B$

پاسخ: گزینه ۴

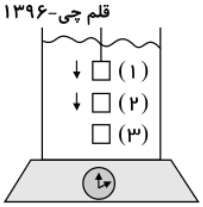
طبق اصل ارشمیدس، اندازهٔ نیروی شناوری برابر است با وزن شاره‌ای که جابه‌جا شده است. چون کره‌ها یکسان هستند، نیروی شناوری برای D و C برابر است، زیرا به‌طور کامل در شاره غرق شده‌اند. نیروی شناوری برای کرهٔ A و کرهٔ B به میزانی از حجم آن‌ها که داخل شاره است، بستگی دارد و چون حجم فرورفته در شاره برای کرهٔ A بیش‌تر است، پس‌اندازهٔ نیروی شناوری آن از B بیش‌تر و از دو جسم C و D کم‌تر است.

نکته ۱۷: با قرار دادن جسمی در آب ابتدا نیروی شناوری افزایش می یابد. با فرو رفتن کامل جسم در آب دیگر مقدار نیروی شناوری افزایش نمی یابد و ثابت می ماند.

تست ۴۷:

مطابق شکل زیر، یک ظرف محتوی آب روی باسکولی قرار دارد و باسکول W را نشان می‌دهد. هرگاه یک قطعه آهن که به نخی سبک متصل است را به آرامی وارد ظرف آب کنیم و تا نزدیکی کف ظرف فرو بریم (بدون آن که به کف ظرف بچسبد) در طی این عمل عددی که باسکول نشان می‌دهد چگونه تغییر می‌کند؟

قلم چی-۱۳۹۶



۱) همواره ثابت می‌ماند.
۲) ابتدا افزایش می‌یابد و سپس ثابت می‌ماند.
۳) ابتدا کاهش می‌یابد و سپس ثابت می‌ماند.
۴) ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد.

پاسخ: گزینه ۲

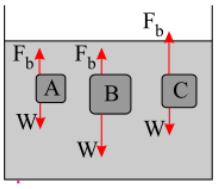
بنابر اصل ارشمیدس می‌دانیم، وقتی تمام یا قسمتی از جسم در شاره‌ای فرو رود، شاره نیرویی بالاسو بر آن وارد می‌کند که با وزن شاره جابه‌جا شده توسط جسم برابر است. بنابراین در ابتدا با افزایش حجم قطعه‌ی فرو رفته در آب، وزن شاره جابه‌جا شده افزایش می‌یابد. پس نیروی شناوری وارد بر قطعه نیز افزایش می‌یابد، اما از لحظه‌ای که تمام قطعه در آب فرو می رود. حجم آب جابه‌جا شده بیشینه می‌شود و پس از آن تا نزدیکی کف ظرف ثابت می‌ماند. بنابراین نیروی شناوری ابتدا افزایش می‌یابد و سپس ثابت می‌ماند.

از طرف دیگر بنابر قانون سوم نیوتون عکس‌العمل نیروی شناوری که از طرف مایع به جسم وارد می‌شود به سمت پائین وارد شده و در نتیجه عدد باسکول نیز ابتدا افزایش می یابد و سپس ثابت می‌ماند.

تست ۴۸:

مطابق شکل، سه جسم در ظرف آبی قرار دارند. باتوجه به نیروهای وارد بر جسم (نیروی شناوری و نیروی وزن) کدام یک از گزینه‌های زیر به‌ترتیب، توصیف درستی از وضعیت سه جسم A ، B و C است؟

گزینه ۲-۱۳۹۶



۱) فرو رفتن - غوطه‌وری - بالا رفتن
۲) غوطه‌وری - فرو رفتن - شناوری
۳) غوطه‌وری - فرو رفتن - بالا رفتن
۴) فرو رفتن - شناوری- غوطه‌وری

پاسخ: گزینه ۳

برای جسم غوطه‌ور در درون شاره، باتوجه به نیروهای وارد بر جسم (نیروی شناوری و نیروی وزن)، چهار وضعیت ممکن است پیش بیاید:

$F_b = W \Leftarrow$ غوطه‌وری یا شناوری { اگر جسم روی سطح آب باشد $\Leftarrow$ شناوری ; اگر جسم درون آب باشد $\Leftarrow$ غوطه‌وری }

$F_b > W \Leftarrow$ بالا رفتن

$F_b < W \Leftarrow$ فرو رفتن

نکته۱۸: اگر چگالی جسم ρ_m و چگالی مایع ρ_f باشد و جسم روی مایع شناور باشد، حجم قسمتی از جسم که درون مایع قرار می گیرد V' به حجم کل جسم V از رابطه روبرو محاسبه می شود :

$$\frac{V'}{V}=\frac{\rho'}{\rho}$$

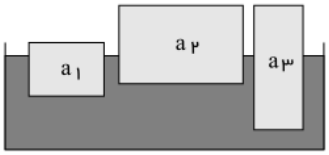
به مثال: جسمی به چگالی ۰/۴ گرم بر سانتی متر مکعب و حجم ۱ متر مکعب را روی آب قرار می دهیم. حجم قسمتی از جسم که بیرون از آب قرار می گیرد ، چند متر مکعب است ؟

$$\frac{V'}{V}=\frac{\rho'}{\rho}\rightarrow\frac{V'}{۱}=\frac{۰/۴}{۱}\rightarrow V'=۰/۴m^۳$$

حجم قسمتی که جسم درون مایع قرار گرفته است برابر ۰/۴ متر مکعب شده است. پس حجم قسمتی از جسم که بیرون آب قرار گرفته است ۰/۶ متر مکعب است.

تست ۴۹:

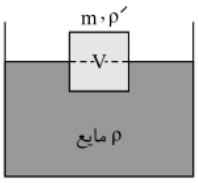
سه جسم $a_۱$، $a_۲$ و $a_۳$ با چگالی‌های متفاوت بر سطح آب شناورند. کدام رابطه بین چگالی آن‌ها درست است؟



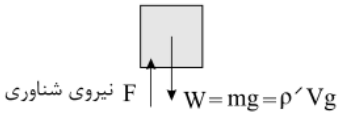
۱) $\rho_۱>\rho_۲>\rho_۳$
۲) $\rho_۱>\rho_۳>\rho_۲$
۳) $\rho_۳>\rho_۱>\rho_۲$
۴) $\rho_۳>\rho_۲>\rho_۱$

پاسخ: گزینه ۲

یک جسم شناور بر سطح مایع را درنظر بگیریم؛ به فرض: جرم جسم m، چگالی جسم ρ'، حجم کل جسم V و حجمی از جسم که داخل مایع قرار می‌گیرد V_x است.



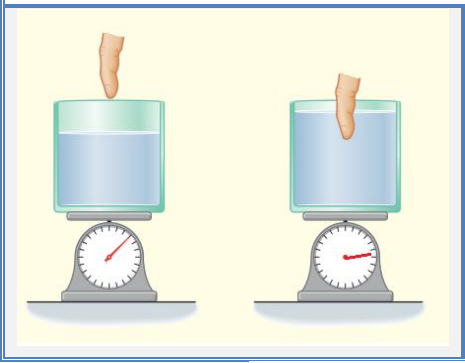
چون جسم در حال تعادل است:

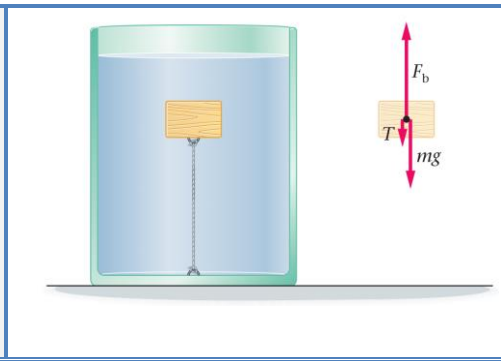


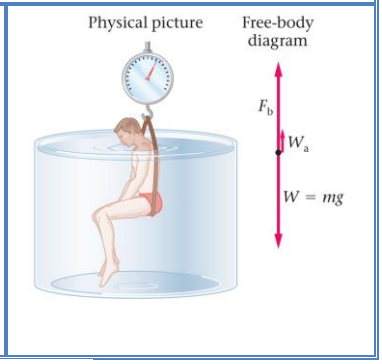
$$\rightarrow F=\underbrace{\rho' V g}_{\text{جسم}}\Rightarrow \rho V_x g\Rightarrow \rho V_x=\rho' V\Rightarrow \frac{V_x}{V}=\frac{\overbrace{\rho'}^{\text{جسم}}}{\underbrace{\rho}_{\text{مایع (که ثابت است)}}}$$

هرچه جسم بیشتر در مایع فرو رفته باشد، نسبت $\frac{V_x}{V}$ ($\frac{\text{حجم فرو رفته در مایع}}{\text{کل حجم جسم}}$) آن بیشتر شده؛ درنتیجه $\frac{\rho'}{\rho}$ نیز بیشتر خواهد شد. چون ρ ثابت است؛ یعنی چگالی جسم (ρ') بیشتر خواهد بود. طبق شکل داده شده، از نظر مقدار فرورفتگی در مایع: $a_۲>a_۳>a_۱$ پس: $\rho_۱>\rho_۳>\rho_۲$ (مقدار فرو رفتگی هر جسم نسبت به کل حجم همان جسم درنظر گرفته می‌شود.)

مثال







(وزن آب جابه‌جا شده) نیروی ارشمیدس – وزن جسم = عددی که نیروسنج نشان می‌دهد

۳-۱۱-۲ تاثیر نیروی شناوری برمایع

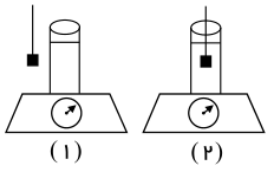
نیروی شناوری نیرویی است بالا سو که ازسوی مایع به جسم وارد میشود. همانند قانون سوم نیوتن:

اگر A به جسم B نیرو واردکند جسم B هم نیرویی به همان اندازه و درخلاف جهت به جسم A نیرو وارد میکند. پس دربحث شناوری جسم هم به مایع نیرویی پایین سو وارد می کند.

تست ۵۰:

مطابق شکل (۱)، ترازویی وزن ظرف و آب داخل آن را نمایش می‌دهد. اگر یک تکه سنگ به وزن W را که به انتهای یک ریسمان بسته شده است، مطابق شکل (۲) به‌طور کامل داخل آب قرار دهیم، عددی که ترازو نمایش می‌دهد، چگونه تغییر می‌کند؟ (F_b بزرگی نیروی شناوری وارد بر سنگ از طرف آب است.)

قلم چی-۱۳۹۶



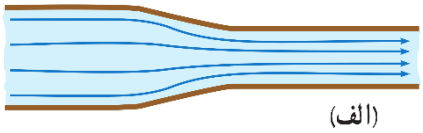
۱) به اندازه‌ی W افزایش می‌یابد.
۲) به اندازه‌ی W کاهش می‌یابد.
۳) به اندازه‌ی F_b کاهش می‌یابد.
۴) به اندازه‌ی F_b افزایش می‌یابد.

پاسخ: گزینه ۴

با ورود سنگ به داخل آب، از طرف آب نیرویی شناوری به اندازه‌ی F_b به سنگ و به طرف بالا وارد می‌شود. بنابراین طبق قانون سوم نیوتون، از طرف سنگ نیز نیرویی به همان اندازه به آب و به طرف پایین وارد می‌گردد. پس عددی که ترازو نمایش می‌دهد، به اندازه‌ی F_b بیش‌تر می‌شود.

۳-۱۲ شاره در حرکت

حرکت شاره ها می تواند یکنواخت (الف) و لایه ای (ب) وتلاطم و آشوبناک باشد. ما فقط حالت (الف) را بررسی میکنیم یعنی شاره ای که:


(الف)

۱) درحال حرکت بدون تلاطم یکنواخت ولایه ای است.

۲) تراکم ناپذیر(یعنی باچگالی ثابت)است.

(ب)

۳) ازاصطکاک داخلی اش (گران روی – ویسکوزیته) می توانیم چشم پوشی کنیم.

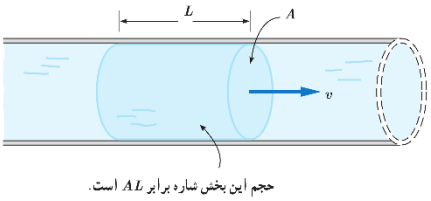
نکته:

۱) درجریان لایه ای، هرذره از شاره بدون چرخش در امتدادیک خط جریان حرکت میکند.

۲) با حذف اصطحکاک انرژی مکانیکی شاره پایسته و ثابت می ماند.

۱-۱۲-۳ آهنگ جریان یک شاره درون لوله

به حجم شاره ای که در واحدزمان ازیک مقطع از لوله میگذرد اهنگ جریان شاره می گوییم. به عبارت دیگر اهنگ جریان شاره نسبت حجم شاره جابه جاشده به زمان جابه جایی است. مثلاً اگر درشکل روبرو حجم AL ازشاره در مدت t جابه جاشده باشد اهنگ جریان شاره ای برابر میشود با:



حجم این بخش شاره برابر AL است.

اهنگ جریان شاره = $\frac{Hajme\ share}{time} = \frac{AL}{t}$ واحد آن در SI m^3/s می باشد.

اگرتندی حرکت شاره را V بنامیم اهنگ جریان شاره ای رابه صورت زیر هم می توانیم نمایش دهیم.

$$\frac{AL}{t} \xrightarrow{V=\frac{L}{t}} AV$$

تست ۵۱:

جریان آب با تندی ثابت $5\frac{m}{s}$ درون لوله‌ای استوانه‌ای شکل به قطر $30cm$ برقرار است. چند دقیقه طول می‌کشد تا ۱۶۲۰ مترمکعب آب از طریق دهانهٔ خروجی این لوله تخلیه شود؟ $(\pi = 3)$ قلم چی-۱۳۹۷

۱) ۳ ۲) ۶ ۳) ۲۰ ۴) ۸۰

پاسخ: گزینه ۴

می‌دانیم که اگر در مدت زمان معینی، حجم معینی از شاره از مقطع مشخصی از یک لوله عبور کند، آهنگ شارش شاره از این مقطع فرضی از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

$$\text{آهنگ شارش شاره} = \frac{\text{حجم شاره}}{\text{زمان}} = Av$$

که A سطح مقطع و v تندی شاره است. بنابراین:

$$\frac{\text{حجم آب}}{t} = Av \Rightarrow t = \frac{\text{حجم آب}}{Av} = \frac{۱۶۲۰}{۳ \times \frac{(۳۰ \times ۱۰^{-۲})^{۲}}{۴} \times ۵} = ۴۸۰۰s = ۸۰ \text{ دقیقه}$$

۳-۱۲-۲ معادله پیوستگی درشاره تراکم ناپذیر

منظوراز شاره تراکم ناپذیرهمان مایع است.

درشکل زیر جریان لایه ای شاره تراکم ناپذیر درون یک لوله بادوسطح مقطع نشان داده شده است. درحالت پایا (همه جای لوله پر از مایع است) مثلاً در شکل زیر اگردرمدت t ازسطح مقطع A_1 حجم A_1L_1 و از سطح مقطع A_2 حجم A_2L_2 عبور کند، انگاه داریم:

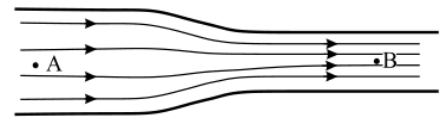
$$A_1L_1 = A_2L_2 \xrightarrow{t_1=t_2} \frac{A_1L_1}{t_1} = \frac{A_2L_2}{t_2} \Rightarrow A_1V_1 = A_2V_2$$

به رابطه بالا معادله پیوستگی می گوییم که برای شاره های تراکم ناپذیر درست است.

در رابطه ی پیوستگی نیازی به SI نوشتن نیست. فقط واحد هر دو طرف یکی باشد.

تست ۵۲:

در شکل زیر، آب به‌صورت پیوسته در لوله جاری است. اگر قطر مقطع بزرگ دو برابر قطر مقطع کوچک باشد، تندی حرکت آب در نقطهٔ A چند برابر سرعت در نقطهٔ B است؟ سراسری- ۱۳۹۸

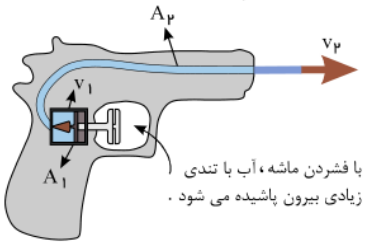


۱) $\frac{۱}{۴}$ ۲) $\frac{۱}{۲}$ ۳) ۲ ۴) ۴

آهنگ شارش در مقطع بزرگ و کوچک را با هم مقایسه کنید.

تست ۵۳:

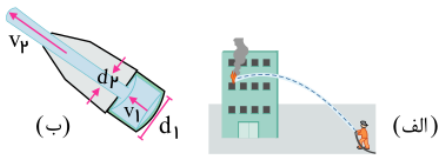
مطابق شکل، $A_1 = 1cm^2$ و $A_2 = 2mm^2$ است. هنگام فشردن ماشهٔ تفنگ $v_1 = 0/01 \frac{m}{s}$ است. تندی آب از تفنگ چند $\frac{m}{s}$ است؟



۱) ۰/۵
۲) ۲
۳) ۰/۰۵
۴) ۰/۲

تست ۵۴:

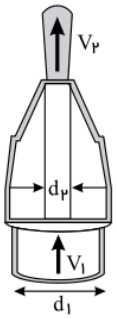
شکل (الف) آتش‌نشانی را در حال خاموش کردن آتش از فاصلهٔ نسبتاً دوری نشان می‌دهد. نمایی بزرگ شده از شیر بسته شده به انتهای لولهٔ آتش‌نشانی در شکل (ب) نشان داده شده است. اگر آب با تندی $v_1 = 1/5 \frac{m}{s}$ از لوله وارد شیر شود و قطر ورودی شیر $d_1 = 12/5cm$ و قطر قسمت خروجی آن $d_2 = 2/5cm$ باشد، تندی آب خروجی از شیر چند متر بر ثانیه است؟ قلم چی-۱۳۹۷



۱) ۷/۵
۲) ۲۵
۳) ۴۵
۴) ۳۷/۵

تست ۵۵:

شکل زیر، شیر بسته شده به انتهای لولهٔ آب را نشان می‌دهد. آب با تندی $v_1 = 1/25m/s$ از لوله با مقطع دایره‌ای به قطر $d_1 = 10cm$ وارد می‌شود و از خروجی آن که سطح مقطع دایره‌ای به قطر $d_2 = 2/5cm$ دارد، خارج می‌شود. اگر خروجی شیر در ارتفاع ۱ متری از سطح زمین و به‌صورت عمودی نگه‌داشته شده باشد و آن‌را لحظه‌ای باز کرده و سپس ببندیم، آب حداکثر تا چه ارتفاعی از سطح زمین برحسب متر بالا می‌رود؟ ($g = 10N/kg$ و از مقاومت هوا صرف نظر کنید.) قلم چی-۱۳۹۸



۱) ۳/۵
۲) ۶
۳) ۱۱
۴) ۲۱

پاسخ: گزینه ۴

طبق معادلهٔ پیوستگی داریم:

$$A_1v_1 = A_2v_2 \Rightarrow \pi\frac{d_1^2}{4}v_1 = \pi\frac{d_2^2}{4}v_2$$

$$\Rightarrow v_2 = v_1 \times (\frac{d_1}{d_2})^2 = 1/25 \times (\frac{10}{2/5})^2 = 1/25 \times 16 = 20m/s$$

اگر خروجی آب از لوله را نقطهٔ (A) و حداکثر ارتفاع آب نسبت به سطح زمین را نقطهٔ (B) فرض کنیم، با توجه به ناچیز بودن مقاومت هوا و در نظر گرفتن سطح زمین به‌عنوان مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی، با استفاده از پایستگی انرژی مکانیکی داریم:

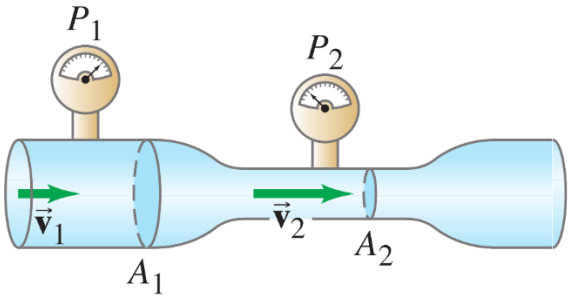
$$E_A = E_B \Rightarrow K_A + U_A = K_B + U_B \Rightarrow \frac{1}{2}mv_A^2 + mgh_A = \frac{1}{2}mv_B^2 + mgh_B$$

$$\xrightarrow[\text{از طرفین}]{\text{حذف } m} \frac{1}{2}v_A^2 + gh_A = \frac{1}{2}v_B^2 + gh_B$$

$$\xrightarrow[v_B=0\ ,\ h_B=?]{v_A=20m/s\ ,\ h_A=1m} \frac{1}{2} \times 20^2 + 10 \times 1 = \frac{1}{2} \times 0 + 10 \times h_B \Rightarrow h_B = 21m$$

۳-۱۲-۳اصل برنولی

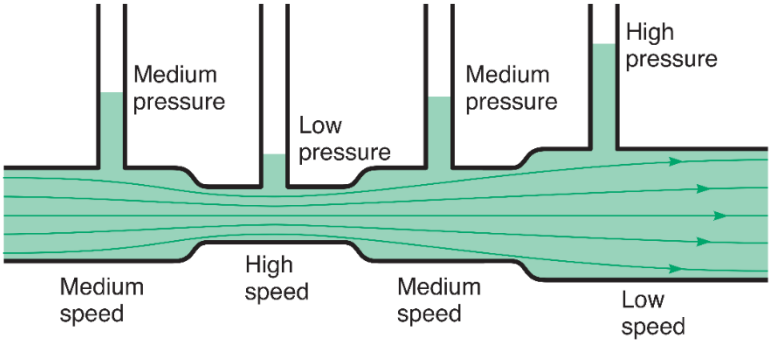
درشکل زیر آب باجریان لایه ای درلوله ای بادوسطح مقطع A_1 و A_2 شارش میکند طبق معادله پیوستگی داریم:



$$A_1V_1 = A_2V_2 \xrightarrow{A_1>A_2} V_2 > V_1$$

یعنی جریان آب در مقطع A_2 تندتر ازمقطع A_1 است.

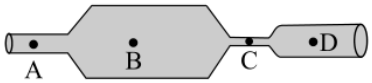
اصل برنولی درمورد شاره ای که به طورلایه ای و درامتداد افق حرکت میکند می گوید: درمسیر حرکت شاره با افزایش تندی شاره فشار آن کم میشود. یعنی درشکل بالا $P_2 < P_1$ است.



تست ۵۶:

داخل لولهٔ شکل زیر، جریان یکنواخت و لایه‌ای آب در حال حرکت است. کدام گزینه مقایسهٔ درستی در مورد فشار آب (P) و تندی آب (v) در نقاط مشخص شده ارائه می‌دهد؟

قلم چی-۱۳۹۷



۱) $v_C > v_A > v_D > v_B$ ، $P_B > P_D > P_A > P_C$

۲) $v_C > v_A > v_D > v_B$ ، $P_C > P_A > P_D > P_B$

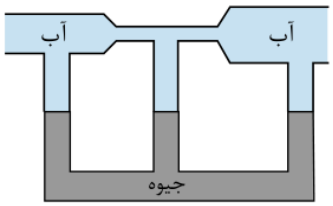
۳) $v_B > v_D > v_A > v_C$ ، $P_B > P_D > P_A > P_C$

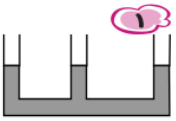
۴) $v_B > v_D > v_A > v_C$ ، $P_C > P_A > P_D > P_B$

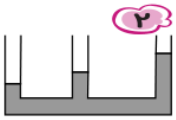
تست ۵۷:

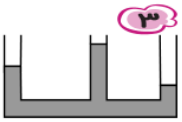
لوله‌ای پر از آب مطابق شکل به یک ظرف دارای سه شاخهٔ باریک شیشه‌ای متصل است. قسمت پایینی هر سه شاخه به هم متصل بوده و پر از جیوه است. اگر آب درون لوله جریان داشته باشد، کدام گزینه سطح جیوه را در سه شاخه به‌درستی نمایش می‌دهد؟

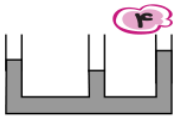
گزینه ۲-۱۳۹۷



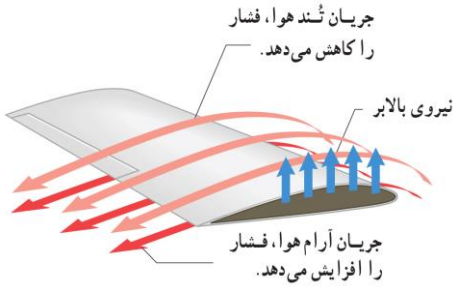
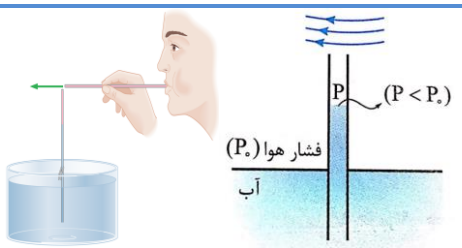
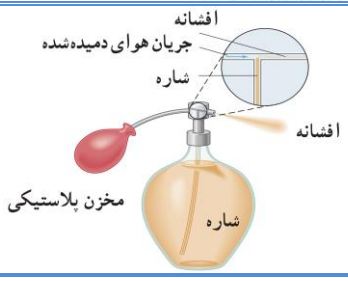
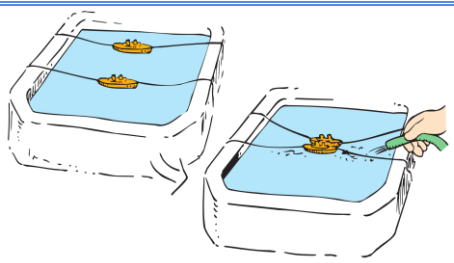
۱) 

۲) 

۳) 

۴) 

نمونه هایی از اصل برنولی

اگر یک ورقه کاغذ را جلوی دهانتان بگیرید و به سطح بالای کاغذ فوت کنید کاغذ به طرف بالا حرکت میکندفوت کردن یا دمیدن باعث ایجادجریان تندهوا دربالای کاغذ ودرنتیجه کاهش فشار در آن منطقه میشود یعنی فشاردربالای کاغذ از زیر آن کمترشده وبه دلیل اختلاف فشارکاغذ به طرف بالا هل داده می شود.	
مطابق شکل روبرو پوشش برزنتی کامیون در هنگام حرکت پف میکند. دلیل بالا امدن پوشش برزنتی دقیقا مانندکاغذی است که دربالای آن می دمید.یعنی به دلیل حرکت نسبی هوادربالای پوشش برزنتی فشار درآن منطقه کم میشود و اختلاف فشار بالا وپایین پوشش باعث بالارفتن آن می شود.	
نیروی بالابر بال های هواپیما به دلیل طراحی خاص بال هاست. طراحی بال های هواپیما به گونه ای است که تندی هوا دربالای بال نسبت به زیر آن بیشتر است. برای همین فشار هوادربالای بال کمتر از زیر آن است و به این ترتیب بال ها به طرف بالا هل داده می شوند.	
وقتی داخل نی افقی فوت میکنید سطح آب درون نی عمودی بالا می اید. دلیلش این است که بادمیدن فشارهوا دربالای نی عمودی کم میشود و بین هوای داخل لوله عمودی وهوای بیرون اختلاف فشار ایجاد میشود وطبق اصل هم فشاری نقاط هم تراز آب ازنی عمودی بالا می رود.	
شکل روبرو یک سم پاش یانوعی شیشه عطررانشان میدهدکه براساس اصل برنولی کار میکند اتفاقی که دراین وسیله می افتد مانند نمونه قبلی (دمیدن در نی افقی وبالارفتن آب در نی عمودی) است.	
لباس های خیس درهنگامی که باد می وزد سریع تر خشک میشوند چون وزش باد باعث میشود فشار هوا کم شود ودر نتیجه با کاهش فشارهوا تبخیرسطحی افزایش می یابد.	
درشکل روبرو با برقرارشدن جریان آب بین دوقایق فشار آب بین آن ها کم میشود و در نتیجه قایق ها ازطرفین به سمت هم هل داده میشوند.	

تست ۵۸:

کدام گزینه درست است؟

۱) اگر یک فویل آلومینیومی را کمی مچاله کنیم و در آب بیاندازیم، در آب فرو می‌رود.

۲) کشتی هوایی به‌طور نامحدود در هوا بالا می‌رود.

۳) اگر وزنه‌ای را یک‌بار روی یک قطعه چوب شناور روی سطح آب قرار دهیم و بار دیگر آن را با نخ زیر قطعه چوب ببندیم میزان فرورفتگی چوب در آن فرقی نمی‌کند.

۴) چگالی‌سنج در مایع‌های چگال‌تر نسبت به مایع‌های کم‌چگال‌تر، کمتر فرو می‌رود.

پاسخ: گزینه ۴ بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱) نادرست است – با مچاله کردن فویل، حجم آن کم شده بنابراین نیروی شناوری کاهش می‌یابد ولی الزاماً این نیرو کمتر از نیروی وزن فویل نخواهد بود که سبب فرورفتن آن در آب شود.

گزینهٔ (۲) نادرست است – می‌دانیم با افزایش ارتفاع از سطح زمین چگالی هوا کاهش می‌یابد. بنابراین کشتی هوایی تا جایی بالا می‌رود که چگالی مجموعهٔ آن با چگالی محیط پیرامون آن برابر شود.

گزینهٔ (۳) نادرست است – در هر دو حالت نیروی شناوری برابر وزن مجموعهٔ چوب و وزنه است. در حالت اول نیروی شناوری توسط حجمی از چوب که در داخل آب است تأمین می‌شود. در حالت دوم بخشی از نیروی شناوری توسط وزنه و مابقی آن توسط حجمی از چوب که در داخل آب قرار دارد، تأمین می‌شود. بنابراین در حالت دوم چوب کمتر در آب فرو می‌رود.

تست ۵۹:

چرا کشتی هوایی که با گاز هلیم کار می‌کند و چگالی هلیم کم‌تر از چگالی هوا است نمی‌تواند به‌طور نامحدود بالا رود؟

۱) کشتی هوایی در حین بالا رفتن به نقطه‌ای می‌رسد که چگالی هلیم با هوا برابر می‌شود و نوعی غوطه‌وری اتفاق می‌افتد.

۲) زیرا مقاومت هوا وجود دارد.

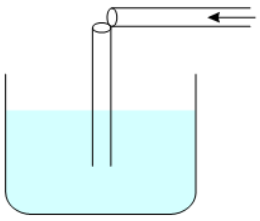
۳) در نقطه‌ای چگالی هوا بیش‌تر از چگالی هلیم است.

۴) فشار هوا این امکان را نمی‌دهد.

پاسخ: گزینه ۱ چون چگالی هلیم و هوا در ارتفاع‌های مختلف متفاوت است، در نقطه‌ای چگالی‌ها یکسان می‌شود که حالت غوطه‌وری رخ می‌دهد.

تست ۶۰:

یک نی پلاستیکی را مطابق شکل زیر از وسط می‌بریم و بدون اینکه دو قسمت آن کاملاً از هم جدا شوند، آن را ۹۰ درجه تا کرده و درون آب قرار می‌دهیم. حال اگر از قسمت افقی آن در جهت نشان داده شده بدمیم، فشار هوای داخل نی قائم، چگونه تغییر می‌کند و سطح آب داخل آن چگونه جابه‌جا می‌شود؟



۱) افزایش می‌یابد، پایین می‌رود.

۲) کاهش می‌یابد، پایین می‌رود.

۳) افزایش می‌یابد، بالا می‌آید.

۴) کاهش می‌یابد، بالا می‌آید.

گزینه ۴

قبل از دمیدن هوا $\Rightarrow P_1 = P_0$ و $P_A = P_B = P_0$ (۱)

هنگام دمیدن هوا $\Rightarrow \begin{cases} P'_A = P_B = P_2 + \rho gh \\ P'_A = P_A = P_0 \end{cases} \Rightarrow P_0 = P_2 + \rho gh$ (۲)

(۱) و (۲) $\Rightarrow P_2 < P_0 = P_1$

فشار هوای داخل نی قائم کاهش می‌یابد.