انگستروم : واحد ی بسیار کوچک (در حد اتم) است ، که یک ده میلیاردم متر $(۱۰^{-۱۰}\,m)$ می‌باشد .
بسپارها (پلیمرها) : برخی درشت مولکولها که میتوانند تا ۱۰۰۰ انگستروم نیز باشند .

پدیده پخش : هرگاه مولکولهای یک گاز (یا مایع) در یک محیط گازی (یا مایع) دیگر قرار گیرد ، در اثر برخورد با مولکولهای آن محیط در میسرهای شکسته و غیر قابل پیش بینی حرکت می‌کند ، و پس از مدتی در تمام محیط منتشر می‌شود ، که به این پدیده پخش می‌گویند . مانند پخش شدن نمک طعام و جوهر در آب .

جامدهای بلورین : در این نوع جامد ، مولکولها در طرح‌های منظم وسه بعدی در کنار هم قرار می‌گیرند واز تکرار این طرح ساخته می‌شوند . این جامدها از سرد کردن آهسته مایع تشکیل می‌شوند ، زیرا مولکولها فرصت شکل گیری طرح منظم وجود دارد . مانند فلزها ، یخ ، نمک طعام و الماس .

جامدهای بی شکل (آمورف): این نوع جامدها ، از سرد کردن سریع مایع شکل می‌گیرند و مولکولها فرصت شکل گیری طرح منظم ندارند. مانند شیشه .

نکته : فاصله میان مولکولهای هوا حدود ۳۵ انگستروم و ابعاد مولکولهای هوا بین ۱ تا ۳ انگستروم است .
نکته : درجه آزادی مولکولهای هوا بیشتر از مایع و درجه آزادی مولکولهای مایع بیشتر از جامد است .
حرکت براونی : دراثربرخورد متوالی مولکولهای گاز با ظرف و با یکدیگر مسیر حرکت آنها نامنظم و کاتوره‌ای است که به این حرکت ، حرکت براونی می‌گویند .
نکته : سرعت حرکت مولکولهای هوا در دمای اتاق حدود ۵۰۰ متر بر ثانیه است .
پلاسما : حالت چهارم ماده است که اغلب در دماهای خیلی بالا بوجود می‌آید ، در دماهای خیلی زیاد یک یا چند الکترون از هر اتم آزاد می‌شود .ماده حاصل مجموعه ای از الکترونهای آزاد و یونها و اتمهای خنثی خواهد بود گه پلاسما نامیده می‌شود . مانند ماده درون ستارگان ، بیشتر فضای بین ستاره‌ای ، آذرخش، شفق‌های قطبی ، آتش و ماده داخل لوله تابان لامپ‌های مهتابی .
علم نانو : نانو یعنی یک میلیاردم متر و در این ابعاد مواد اثرات و ویژگی های جالبی از خود نشان میدهند . بطور مثال ویژگیهایی بعضی مواد مانند نقطه ذوب ، رسانندگی الکتریکی و گرمایی ، شفافیت ، استحکام و رنگ در این ابعاد تغییر چشمگیری دارد .

نیروهای هم چسبی (چسبندگی) : نیروی ربایشی بین مولکولهای یک مایع است که مولکولهای مایع را در قطره متصل به یکدیگر نگاه می‌دارد .
نیروهای کوتاه برد : به نیروهای ربایشی و رانشی می‌گویند که در ابعاد بسیار کوچک یعنی ابعاد مولکولی فعال می‌شوند و درفواصل چند برابر فاصله بین مولکولی کوچک و عملاً صفر است .
نکته : نیروی رانشی بین مولکولها عاملی است که ، مایعات را تقریباً تراکم ناپذیر می‌سازد .

کشش سطحی : نیروی ربایشی بین مولکولهای سطح یک مایع سبب می‌شود که سطح مایع مانند یک توری یا پوسته کشیده عمل کند و اجسام سبک در آن فرو نرود ، به این پدیده کشش سطحی می‌گویند . مانند نشستن پشه روی آب و فرو نرفتن سوزن سبک در آب ، هنگامی که با پهلو، به آرامی روی آب قرار می‌گیرد و تشکیل حباب آب و صابون .

نکته : کشش سطحی علت کروی بودن قطرات آب هنگام سقوط است زیرا کمترین سطح را از نظر حجمی کره دارد .

نیروی دگر چسبی یا ترشوندگی (چسبندگی سطحی) : نیروی ربایشی بین مولکولهای مایع ، با سطحی است که باآن در تماس ا ست . مانند خیس شدن سطح ظرف در تماس با آب .

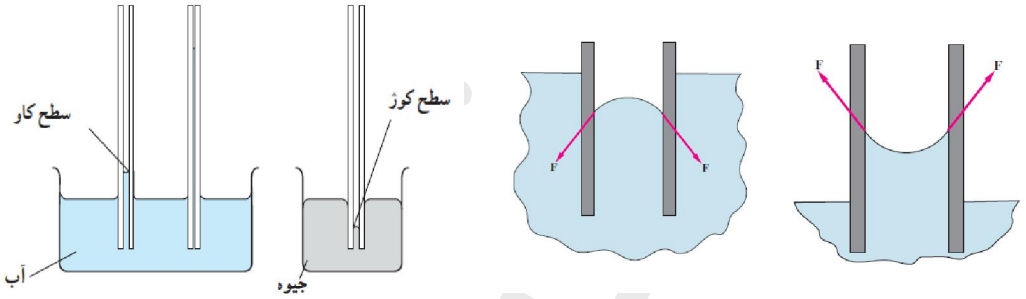
نکته : چرب شدن سطح سبب کاهش نیروی چسبندگی سطحی می‌شود .

مویینگی : هرگاه یک لوله مویین ، در مایعی مانند آب قرار گیرد ، به علت نیروی دگر چسبی ، سطح آب در لوله بالا می‌آید که به این پدیده مویینگی می‌گویند .

آزمایش : دو لوله مویین یکسان را جداگانه در دو طرف آب و جیوه قرار دهید و آنچه را مشاهده می‌کنید با ذکر دلیل توضیح دهید .

جواب : سطح آب در لوله مویین بالا آمده و سطح آب در لوله مقعر می‌شود زیرا نیروی دگر چسبی از نیروی هم چسبی مولکولهای آب بیشتر است .

سطح جیوه در لوله مویین پایین آمده و سطح جیوه در لوله محدب می‌شود زیرا نیروی دگر چسبی از نیروی هم چسبی مولکولهای آب کمتر است .



در جملات زیر کلمات مناسب جایگذاری کنید :

۱	**بسپارها (پلیمرها)**: درشت مولکول‌هایی که ابعاد مولکول‌های آن‌ها تا ..... آنگستروم است
۲	نیروهایی که اتم‌های جسم جامد را در یک مکان نگه می‌دارد، عمدتاً نیروهای ..... هستند.
۳	**جامد**..... جامدی است که دارای یک الگوی منظم سه بعدی و تکرار شونده نباشد، مانند شیشه.
۴	وقتی بخواهیم اتم‌ها را بیش از حد معینی به هم نزدیک کنیم، نیروی ..... بین اتم‌ها ایجاد می‌شود. وقتی بخواهیم اتم‌ها را بیش از حد معینی از هم دور کنیم، نیروی ..... بین اتم‌ها ایجاد می‌شود.
۵	..... برخلاف مایع‌ها تراکم‌پذیرند.
۶	اندازه‌ی مولکول‌های هوا بین Å ..... تا Å ..... است، درحالی که فاصله‌ی میانگین بین آن‌ها در شرایط معمولی در حدود Å ..... می‌باشد.
۷	نیروهای بین مولکولی ..... هستند، یعنی وقتی فاصله‌ی بین مولکول‌ها چند برابر فاصله‌ی بین مولکولی شود، نیروهای بین مولکولی بسیار کوچک و عملاً ..... خواهند شد.
۸	پدیده‌هایی مانند راه رفتن حشره‌ها روی سطح آب، شناور ماندن گیره‌ی فلزی کاغذی روی سطح آب، تشکیل حباب‌های صابون به علت ..... است.
۹	هم‌چسبی و دگرچسبی هر دو نیروهای .....هستند
۱۰	**لوله‌ی مویین**: لوله‌ای که قطر دهانه‌ی آن حدود ..... میلی‌متر باشد.
۱۱	اثر ..... در طبیعت سبب بالا رفتن آب در آوندهای چوبی گیاه و نم کشیدن دیوار ساختمان از کف می‌شود.

۱۲	هـر چه قطر لولـه‌ی مویین ..... باشـد، ارتفاع آب بالا رفته بیش‌تر می‌شـود.
۱۳	هر چه قطر لوله‌ی مویین کم‌تر شـود، سـطح جیـوه ..... می‌رود.

فشار : اندازه نیروی عمودی وارد بر واحد سطح را فشار می‌نامند ، که با نماد P نمایش می‌دهند و یکای آن در SI برابر پاسکال (Pa) است . در SI یک پاسکال برابر یک نیوتن بر مترمربع ($\frac{N}{m^2}$) است.

F = نیروی عمودی وارد بر سطح A = مساحتی که نیرو بر آن وارد می‌شود $\boxed{P=\frac{F}{A}}$.

واحدهای فشار : علاوه بر پاسکال واحدهای غیر SI دیگری رایج هستند که دو مورد از آنها معرفی می‌شود .

۱ – اتمسفر (جوّ) : فشاری که از طرف جوّ کره زمین ، بر هر مترمربع از زمین ، در تراز دریا وارد می‌شود .

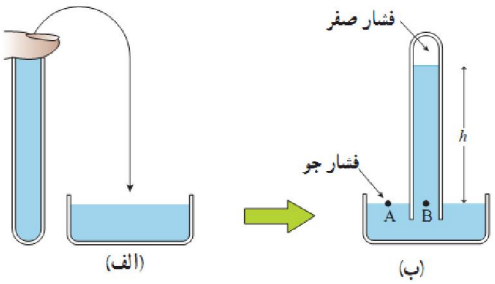
۲ – سانتی متر جیوه : فشاراتمسفر برابر با ۷۶ سانتی متر جیوه است ، یعنی فشارتقریباً ۱۰۰۰Km هوا برابر یک ستون ۷۶ سانتی متری از جیوه است .

$P_0 = 10^5\,Pa = 1atm = 76\,cmHg = 1bar$

مثال :	یک استوانه آلومینیومی به مساحت قاعده $30cm^2$ و ارتفاع $50cm$ داریم. این استوانه چه فشاری به سطح وارد می‌کند ؟ $\rho = 2700\frac{Kg}{m^3}$ آلومینیوم

جوّ سنج (بارومتر) : وسیله‌ای ساده که برای اندازه گیری فشار جوّ بکار می‌رود .

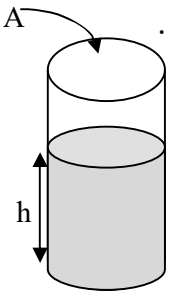
آزمایش توریچلی : یک لوله شیشه‌ای حدود ۸۰سانتی متر پر از جیوه را در تراز دریا که در تشت جیوه بطور عمود واژگون می‌شود و ستون جیوه در لوله پایین می‌آید و در انتهای لوله خلا نسبی بخار جیوه با فشارتقریبی صفر تشکیل می شود در سطح دریا ارتفاع جیوه در لوله ۷۶ سانتی متر می‌شود . به افتخار توریچلی ۱ میلی‌متر جیوه را ۱ (torr)تور می‌نامند .



نکته : اگر این آزمایش را در ارتفاعات انجام دهیم ارتفاع ستون جیوه کاهش می‌یابد .

نکته : اگرلوله را کج کنیم باز هم سطح آزاد جیوه در همان ارتفاع باقی می‌ماند ، یعنی ارتفاع ستون خلاء کاهش می‌یابد .

فشار در شاره ها : تجربه نشان می‌دهد ، که فشار درمایعات ، فقط به چگالی و ارتفاع (عمق) مایعات بستگی دارد .



استوانه‌ای به مساحت مقطع A رادر نظر بگیرید که ، در آن تا ارتفاع h ، مایعی به چگالی ρ ریخته ایم :

$$P=\frac{F}{A}=\frac{mg}{A} \quad و \quad \rho=\frac{m}{V}\Rightarrow m=\rho V$$

$$P=\frac{\rho Vg}{A}=\frac{\rho Ahg}{A}=\rho gh \Rightarrow \boxed{P=\rho gh} \quad و \quad V=Ah \quad و$$

مثال اگر در یک استوانه به مساحت قاعده $5cm^2$ ، یک لیتر نفت بریزیم ، چه فشاری به کف ظرف وارد می‌شود ؟
$\rho_{نفت} = ۸۰۰ \frac{Kg}{m^3}$

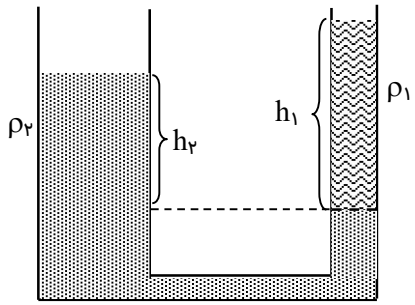
مثال در عمق $۲۰m$ آب در بدنه یک کشتی حفره‌ای به مساحت $۱۰cm^2$ ایجاد شده است . $\rho_{آب} = ۱۰۰۰ \frac{Kg}{m^3}$
الف) فشار آب در آن عمق چقدر است ؟ ب) چه نیرویی لازم است تا از ورود آب به کشتی جلوگیری کند ؟

مثال از آنجایی که جیوه یک فلز مایع است ، فشار ۷۶ سانتی متر از جیوه (P_o)را محاسبه کنید . $\rho_{جیوه} = ۱۳۶۰۰ \frac{Kg}{m^3}$

فشار کل در مایعات : مجموع فشار مایع و فشار هوا را فشار کل می‌نامند . $\boxed{P = P_o + \rho gh}$ فشار کل

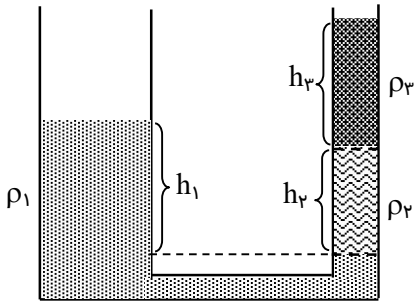
مثال : استخر پر از آبی به طول و عرض ۵ و ۸ متر و عمق ۲ متر را درنظر بگیرید. اگر چگالی آب $۱۰^3 \frac{kg}{m^3}$ باشد، فشار کل در ته چند پاسکال است؟ $(P_o = ۱۰^5 Pa)$

مثال : شعاع داخلی استوانه‌ای $5cm$ است. اگر داخل آن $۶۲۸cm^3$ آب بریزیم، فشار حاصل از آب در ته استوانه چند پاسکال می‌شود؟
$(\rho = ۱۰۰۰ \frac{kg}{m^3}, g = ۱۰ \frac{m}{s^2})$



ظروف مرتبط : دو مایع مخلوط نشدنی را مطابق شکل ، در دو طرف مرتبط می‌ریزیم . ارتفاع مایعات در ظروف متفاوت خواهد بود و مبدأ اندازه گیری ارتفاع ، پایین ترین سطح جدایی دو مایع است . با استفاده از این ظروف می‌توان چگالی مایع مجهول را محاسبه کرد .

$$P_۱ = P_۲ \Rightarrow P_o + \rho_۱ g h_۱ = P_o + \rho_۲ g h_۲ \Rightarrow \rho_۱ g h_۱ = \rho_۲ g h_۲ \quad \boxed{\rho_۱ h_۱ = \rho_۲ h_۲}$$

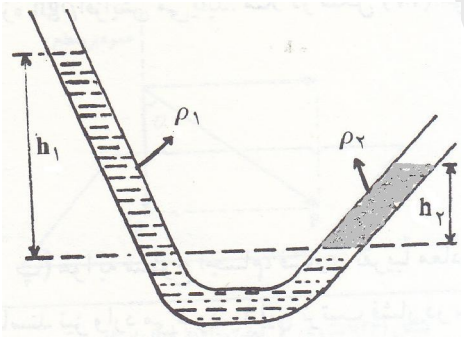


تعمیم رابطه فوق برای سه مایع مخلوط نشدنی :

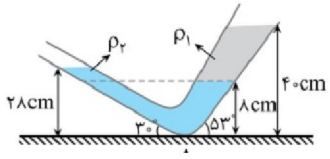
$$P_۱ = P_۲ \Rightarrow P_o + \rho_۱ g h_۱ = P_o + \rho_۲ g h_۲ + \rho_۳ g h_۳ \Rightarrow \boxed{\rho_۱ h_۱ = \rho_۲ h_۲ + \rho_۳ h_۳}$$

مثال : اگردر شکل اول $h_۱ = ۲۰cm$ و $h_۲ = ۱۵cm$ و $\rho_۱ = ۱/۲ \frac{g}{cm^۳}$ باشد ، چگالی مایع دوم را محاسبه کنید .

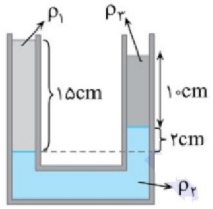
نکته : فشار در مایعات به عمق بستگی دارد و شکل ظاهری ظرف تاثیری بر عمق ندارد .



مثال : در شکل مقابل مایع‌ها مخلوط نشدنی و در حال تعادل‌اند. اگر $\rho_۱ = ۴ \frac{g}{cm^۳}$ باشد، $\rho_۲$ چند گرم بر سانتی‌متر مکعب است؟

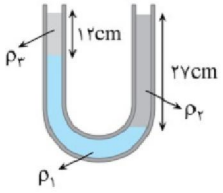


مثال : سه مایع مخلوط‌نشدنی به چگالی‌های ρ_1، ρ_2 و ρ_3 مطابق شکل در تعادلند. ρ_3 برابر کدام است؟

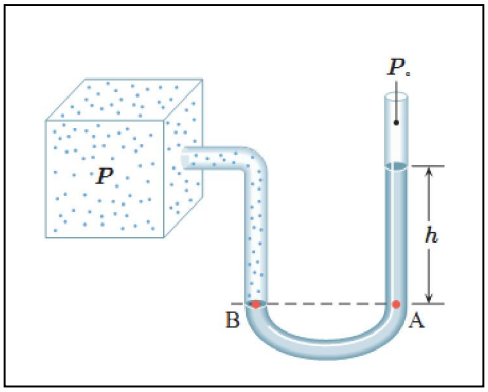


$$\rho_1 = 1\ \frac{g}{cm^3} \quad و \quad \rho_2 = 3\ \frac{g}{cm^3}$$

مثال : در شکل مقابل، سه مایع مخلوط‌نشدنی و در حال تعادل هستند. اگر $\rho_1 = 1/24\ \frac{g}{cm^3}$ و $\rho_2 = 1\ \frac{g}{cm^3}$ باشد، ρ_3 چند واحد SI است؟

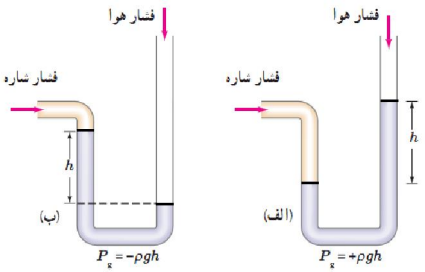


فشار پیمانه‌ای : اختلاف فشار گاز درون محفظه و فشار هوا را فشار پیمانه‌ای می‌گویند . $\boxed{P - P_o = \rho gh}$

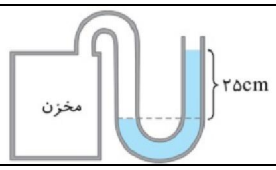


فشارسنج (مانو متر) : وسیله ای ساده برای اندازه گیری فشار یک مایع محصور که U شکل است که در آن جیوه و یا آب است فشار داخل ظرف باعث بالا رفتن جیوه در لوله U شکل می‌شود وفشار نقطه A برابر $\boxed{P = P_o + \rho gh}$ است در نتیجه نقطه هم تراز آن B نیز همین فشار را دارد.پس فشار پیمانه ای ظرف برابر $\boxed{P_g = P - P_o = \rho gh}$ می‌باشد .

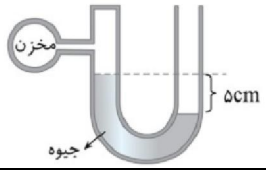
نکته : در خلا نسبی و شاره‌ای که فشار آن کمتر از فشار جوّ است ، فشار پیمانه‌ای منفی است .



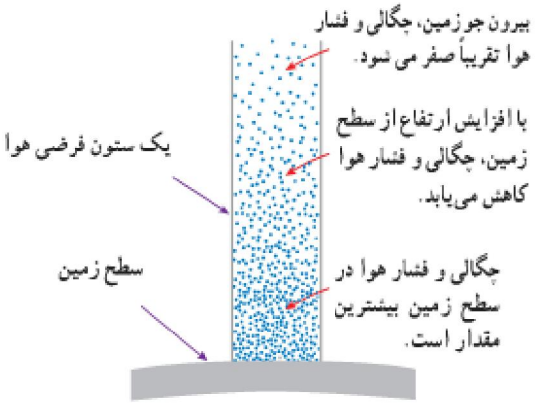
مثال : در شکل مقابل اختلاف فشار گاز درون مخزن با محیط بیرون $۵\times۱۰^{۳}\,pa$ است. چگالی مایع چند گرم بر سانتی‌متر مکعب است؟

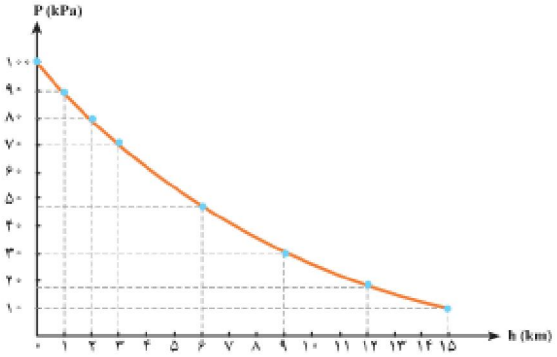


مثال : در شکل روبه‌رو اگر فشار گاز ۹۵/۲ کیلوپاسکال و اختلاف ارتفاع بین سطح جیوه برابر با ۵cm باشد، فشار هوا چند سانتی‌متر جیوه است؟ ($g=۱۰\frac{N}{kg}$ و چگالی جیوه $۱۳۶۰۰\frac{kg}{cm^{۳}}$ است.)



تغییرات فشار هوا در جوّ زمین :

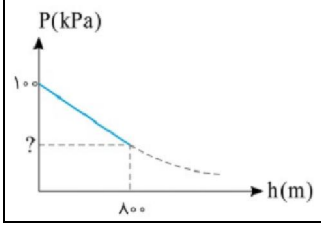




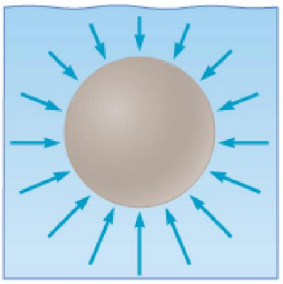
نیروی جاذبهٔ زمین سبب می‌شود که لایه‌های زیرین هوا نسبت به لایه‌های بالایی هوا متراکم‌تر شوند.

درنتیجه هرچه به سطح زمین نزدیک‌تر می‌شویم، چگالی و فشار هوا بیشتر می‌شود. $P = P_{۰} - \rho gh$

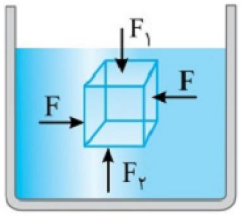
مثال نمودار روبه‌رو مربوط به تغییرات فشار جو بر حسب ارتفاع از سطح زمین است. تا ارتفاع ۱۲۰۰ متری، چگالی هوا ثابت و برابر $۱/۲۵\frac{kg}{m^{۳}}$ است. در ارتفاع ۸۰۰ متری فشار هوا چند کیلو پاسکال می‌شود؟



قانون ارشمیدس: وقتی تمام یا قسمتی از یک جسم در شاره‌ای فرو رود،شاره نیروی بالاسو بر آن وارد می‌کند (نیروی شناوری) که با وزن شاره جابجا شده توسط جسم برابر است .

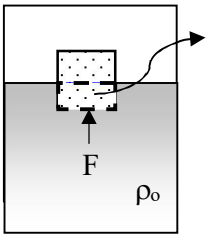


پیکان‌ها نشان می‌دهند که نیروهای ناشی از فشار وارده بر جسم، به دلیل افزایش عمق، در زیر آن بزرگ‌ترند.



$$F_b = F_2 - F_1 = \rho_o g V_o$$

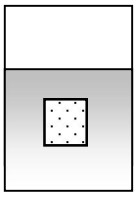
اگر جسمی در مایعی قرار گیرد سه حالت را برای آن می‌توان متصور شد :



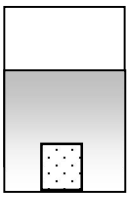
الف) شناوری: جسمی به چگالی ρ و حجم V را در نظر بگیرید که بر سطح مایعی به چگالی ρ_o شناور و حجم V_o از جسم از آن در مایع فرو رفته است و به عبارت دیگر به اندازه حجم V_o مایع جابجا شده است ، در اینصورت جسم به اندازه وزن مایع جابجا شده سبک می‌شود ، یعنی نیرویی از طرف مایع ، رو به بالا بر جسم وارد می‌شود . $F = \rho_o V_o g$

چون جسم در حال تعادل است $\leftarrow F=mg$ نتیجه می‌گیریم که جرم جسم شناور برابر است با : $m=\rho_o V_o = \rho V$

حجم قسمت غوطه‌ور $\leftarrow$ $\boxed{V_o = \frac{\rho}{\rho_o} V}$ بنابر این شرط شناوری $\leftarrow \rho_o V_o = \rho V$ است یعنی $V_o<V$ و $\rho<\rho_o$



ب) غوطه وری: در صورتیکه چگالی جسم و مایع برابر باشد تمام جسم در مایع فرو می‌رود و جسم به حالت غوطه ور در مایع قرار می‌گیرد . $V_o=V$ و $\rho=\rho_o$

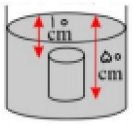


ج) رسوب (ته نشین) : اگر چگالی جسم بیشتر از مایع باشد $\rho_o<\rho$ جسم در مایع ته نشین می‌شود .

مثال	جسمی توپر به جرم $500g$ و چگالی $4\frac{g}{cm^3}$ را درون ظرف آبی قرار میدهیم نیروی شناوری آن چند نیوتن است ؟

مثال

استوانه‌ای توپر که سطح قاعده‌ی آن ۲۰ سانتی‌متر مربع است، مطابق شکل درون آب به چگالی $1000\frac{kg}{m^3}$ قرار دارد. اختلاف نیروهایی که از طرف آب به قاعده‌های پایین و بالای استوانه وارد می‌شود، چند نیوتون است؟ $(g=10\frac{m}{s^2})$



مثال

جسمی توپر به جرم ۵۰۰g و چگالی $0/8\frac{g}{cm^3}$را درون ظرف آبی قرار میدهیم چند درصد حجم جسم درون آب است ؟

مثال

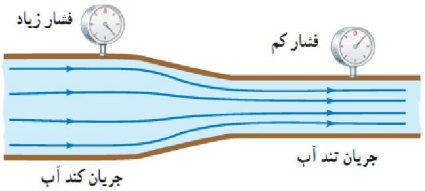
کوه یخی در اقیانوس شناور است و ۱۲٪ کوه یخی بیرون آب است اگر چگالی یخ $940\frac{Kg}{m^3}$باشد چگالی آب اقیانوس را محاسبه کنید .

شاره در حرکت اصل برنولی :

برای بررسی آرمانی شاره متحرک در این قسمت چهار فرض اولیه را درنظر می‌گیریم :

۱ – شاره متحرک بدون تلاطم است . ۲ – شاره تراکم ناپذیر است (چگالی ثابت).

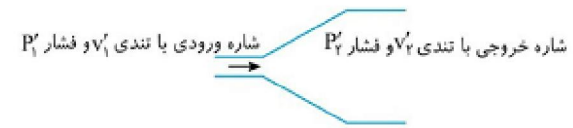
۳ – اصطکاک داخلی (چسبندگی)ندارد . ۴ – قانون پایستگی جرم برقرار باشد .



اصل برنولی : (برای شاره‌ای که بطور لایه ای و در امتداد افقی حرکت می‌کند)

در مسیر حرکت شاره ، با افزایش تندی شاره ، فشار آن کاهش می‌یابد .

$$\Rightarrow \begin{cases} P_2 < P_1 \\ v_2 > v_1 \end{cases}$$



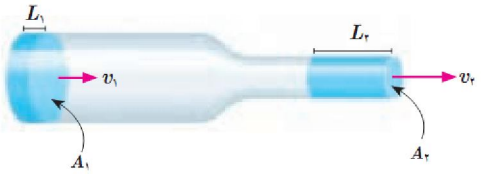
$$\Rightarrow \begin{cases} P'_1 < P'_2 \\ v'_1 > v'_2 \end{cases}$$

آهنگ جریان شاره : نسبت حجم شاره عبوری از مقطع لوله به زمان عبور شاره .

$$\text{آهنگ جریان شاره} = \frac{\text{حجم شاره}}{\text{زمان}} = \frac{AL}{t} = Av$$

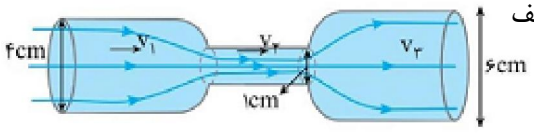
معادله پیوستگی : آهنگ جریان شاره در تمام مقاطع لوله یکسان است ، یعنی در حالت پایا و در مدت زمان یکسان ، جرم یکسانی از شاره ، از هر سطح مقطع دلخواه لوله می‌گذرد .

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

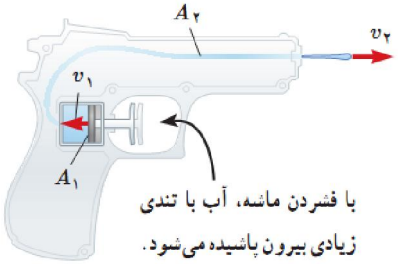


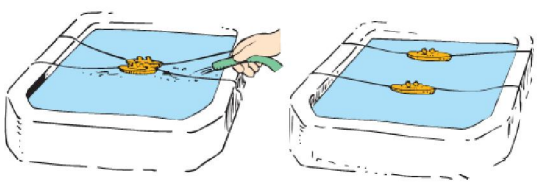
مثال	قطر دهانه‌ی خروجی یک شیر آب ۲cm است. شیر آب را باز می‌کنیم تا آب به آرامی از آن خارج شود، اگر قطر باریکه‌ی آب در قسمتی از آن ۲mm شده باشد، تندی جریان آب در آن قسمت چند برابر تندی جریان آب در دهانه‌ی خروجی شیر است؟

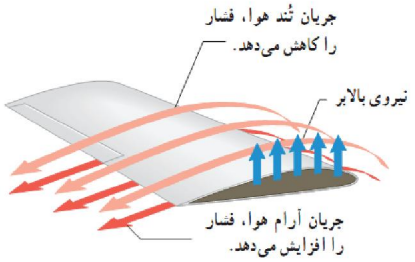
مثال	در شکل روبرو ، شاره ای در یک لوله با سطح مقطع های مختلف دارای جریان پایا است . اگر اتلاف انرژی نباشد، ثابت کنید: $V_3 = ۳۶\ V_1 = ۱۶\ V_2$

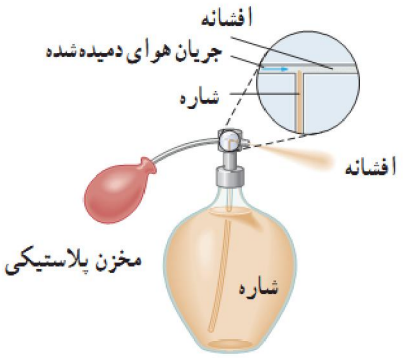


مثالها و کاربردهایی از اصل برنولی :

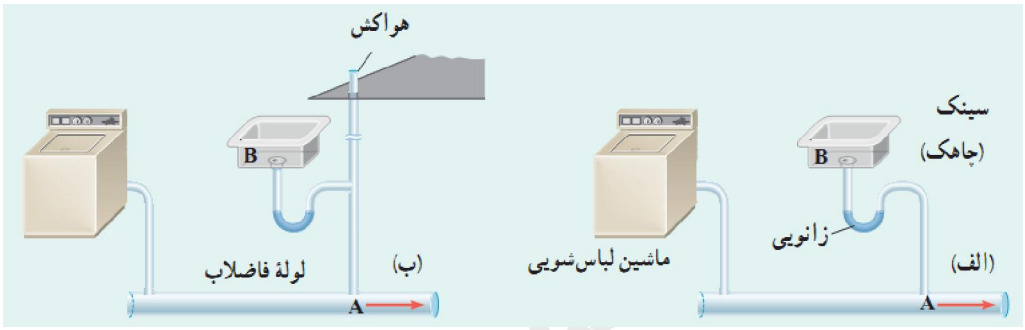







افشانه
جریان هوای دمیده‌شده
شاره
افشانه
مخزن پلاستیکی
شاره

پوشش برزنتی صاف و تخت است.
کامیون در حال توقف
پوشش برزنتی پُف کرده است.
کامیون در حال حرکت


هواکش
B
لولهٔ فاضلاب
(ب)
A
ماشین لباس‌شویی
سینک
(جاهک)
B
زانویی
(الف)
A