

انگستروم: واحدی بسیار کوچک (در حد اتم) است، که یک ده میلیاردمتر (10^{-10} m) می‌باشد. 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.

جامدهای بلورین: در این نوع جامد، مولکولها در طرح‌های منظم 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، نمک طعام و الماس.

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

چگالی (جرم حجمی)

جرم یکای حجم از هر جسم را چگالی می‌نامند، که با نماد ρ (رو) نشان می‌دهند و واحد آن در SI برابر $\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$ (کیلوگرم بر متر مکعب) است. $\rho = \frac{m}{V}$ جرم بر حسب Kg = m حجم بر حسب $\text{m}^3 = V$

📌: برای تبدیل $\frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$ به $\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$ آنرا در ۱۰۰۰ می‌کنیم.

مثال: جرم یک مکعب مربع، به ضلع ۱۰cm، از جنس سرب چند Kg است؟

مثال: اگر استوانه‌ای از جنس نقره، به مساحت قاعده 5 cm^2 و ارتفاع ۲۰cm داشته باشیم جرم آن چند Kg است؟

مثال: جرم یک مکعب مربع، به ضلع ۸cm از جنس مس را پیدا کنید که در داخل آن یک حفره کروی به شعاع ۳cm وجود دارد. ($\pi = 3$)

سوال: چگونه می توان حجم اجسام با شکل نامنظم هندسی (مانند یک مجسمه) را بدست آورد؟

سوال: چگونه می توان پی برد که، یک قطعه فولادی تو خالی است یا خیر؟

پاسخ: لیتر (Lit): لیتر از واحدهای فرعی برای اندازه گیری حجم است، که بیشتر برای مایعات و گازها بکار می رود. هر لیتر $\frac{1}{1000}$ متر مکعب و ۱۰۰۰ برابر سانتی متر مکعب است. $1 \text{ Lit} = 10^{-3} \text{ cm}^3 = 10^{-3} \text{ m}^3$

مثال: در یک استوانه ۴ Lit هوا وجود دارد، جرم هوا چند گرم است؟

چگالی آلیاژ: آلیاژ معمولاً از ترکیب دو یا چند فلز حاصل می شود. $\rho = \frac{m_1 + m_2}{V_1 + V_2}$ آلیاژ

$$\begin{cases} \rho_1 = \frac{m_1}{V_1} & \text{فلز اول} \\ \rho_2 = \frac{m_2}{V_2} & \text{فلز دوم} \end{cases}$$

مثال: اگر ۳۰۰g طلا را با ۰/۵Kg مس آلیاژ کنیم، چگالی آلیاژ را محاسبه کنید.

مثال: اگر یک کره داشته باشیم که $\frac{1}{8}$ حجم آن از فلزی با آلیاژ $7000 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$ و بقیه حجم از فلزی با آلیاژ $9000 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$ باشد، چگالی آلیاژ را محاسبه کنید.

نیروهای 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 در فواصل چند برابر فاصله بین مولکولی کوچک و عملاً صفر است.
 ⚡: 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 پهلوی، به آرامی روی آب قرار می‌گیرد.

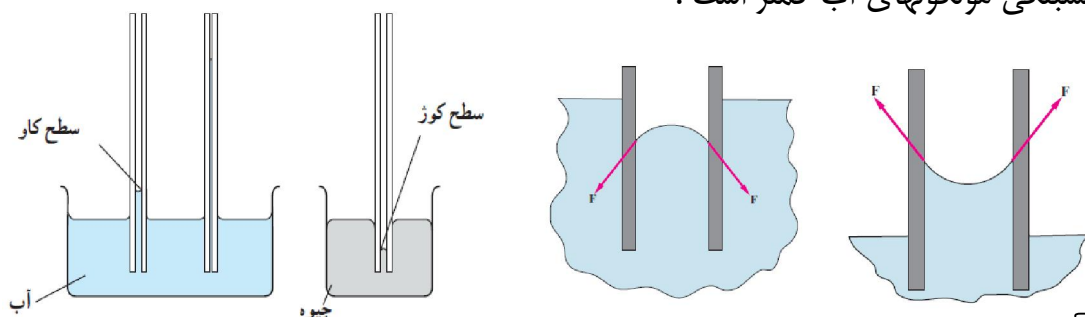
نیروی چسبندگی سطحی: نیروی ربایشی بین مولکولهای مایع، با سطحی است که با آن در تماس است. مانند خیس شدن سطح ظرف در تماس با آب.
 ⚡: چرب شدن سطح سبب کاهش نیروی چسبندگی سطحی می‌شود.

مویبندی: هرگاه یک لوله مویین، در مایعی مانند آب قرار گیرد، به علت نیروی چسبندگی سطحی، سطح آب در لوله بالا می‌آید که به این پدیده مویبندی 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 چسبندگی سطحی از نیروی چسبندگی مولکولهای آب بیشتر است.

سطح جیوه در لوله مویین پایین آمده و سطح جیوه در لوله محدب می‌شود زیرا نیروی چسبندگی سطحی، از نیروی چسبندگی مولکولهای آب کمتر است.



اندازه نیروی عمودی وارد بر واحد سطح را فشار می‌نامند، که با نماد P نمایش می‌دهند و یکای فشار

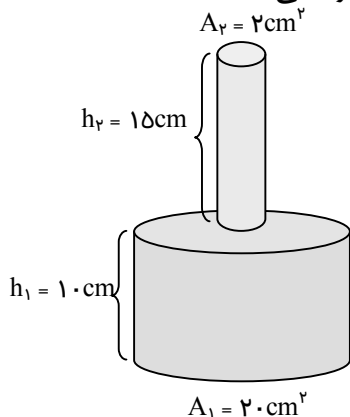
آن در SI برابر پاسکال (Pa) است. در SI یک پاسکال برابر یک نیوتن بر مترمربع ($\frac{N}{m^2}$) است.

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

مثال: اگر مساحت کف پای دانش آموزی 0.5 m^2 باشد (?!?) و جرم او را 60 Kg در نظر بگیریم چه فشاری به کف پای او وارد می شود؟

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

مثال: جسم مقابل از جنس آهن ساخته شده است: الف) فشاری که سطح وارد می کند؟



ب) اگر جسم را وارونه کنیم تا روی سطح کوچک خود قرار گیرد فشاری که سطح وارد می کند؟

ب) بیشترین فشاری که جسم به سطح وارد می کند، روی کوچکترین سطح است و برعکس.

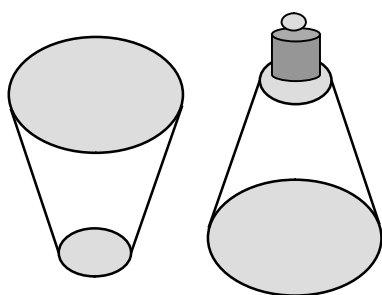
$$P_{\max} = \frac{F}{A_{\min}}$$

و

$$P_{\min} = \frac{F}{A_{\max}}$$

مثال: مکعبی به ابعاد $3 \text{ cm} \times 10 \text{ cm} \times 15 \text{ cm}$ داریم که جرم آن 6 Kg است. بیشترین و کمترین فشاری که به سطح وارد می کند چقدر است؟

مثال: مکعبی به ابعاد $30\text{ cm} \times 20\text{ cm} \times 10\text{ cm}$ داریم، اختلاف بیشترین و کمترین فشاری که به سطح وارد می‌کند برابر 3 KPa است، جرم مکعب را محاسبه کنید.



مثال: مطابق شکل مخروط ناقصی روی قاعده کوچک خود روی سطح افقی قرار دارد، قاعده بزرگ دو برابر قاعده کوچک است. اگر مخروط را وارونه کنیم تا روی قاعده بزرگ قرار گیرد و وزنه‌ای روی آن قرار دهیم تا کاهش فشار را جبران کند، جرم آن چند برابر جرم مخروط است؟

جرم مخروط $m_1 =$ جرم وزنه $m_2 =$

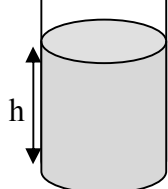
واحد‌های فشار

علاوه بر پاسکال واحد‌های غیر SI دیگری رایج هستند که دو مورد از آنها معرفی می‌شود.
 ۱ - اتمسفر (جو): فشاری که از طرف جو کره زمین، بر هر مترمربع از زمین، در تراز دریا وارد می‌شود.

۲ - سانتی متر جیوه: فشار اتمسفر برابر با 76 سانتی متر جیوه است، یعنی فشار تقریباً 1000 Km هوا برابر یک ستون 76 سانتی متری از جیوه است.
 $P_0 = 10^5\text{ Pa} = 1\text{ atm} = 76\text{ cmHg}$

فشار در مایعات

تجربه نشان می‌دهد، که فشار در مایعات، فقط به چگالی و ارتفاع (عمق) مایعات بستگی دارد.
 استوانه‌ای به مساحت مقطع A را در نظر بگیرید که، در آن تا ارتفاع h ، مایعی به چگالی ρ



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

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

مثال: اگر در یک استوانه به مساحت قاعده 5cm^2 ، نفت بریزیم، چه فشاری به کف ظرف وارد می‌شود؟

$$\rho = 800 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \text{ نفت}$$

مثال: در عمق 20m آب در بدنه یک کشتی حفره‌ای به مساحت 10cm^2 ایجاد شده است.

$$\rho = 1000 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \text{ آب}$$

(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 76 سانتی متر از جیوه (P_0) را محاسبه کنید.

$$\rho = 13600 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \text{ جیوه}$$

فشار کل در مایعات

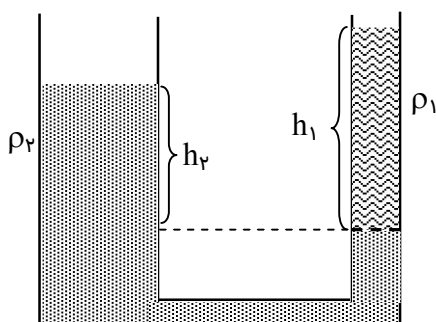
مجموع فشار مایع و فشار هوا را فشار کل می‌نامند.

$$P = P_0 + \rho gh$$

مثال: غواصی در عمق 25m دریا قرار دارد: (الف) فشار آب در آن عمق چقدر است ؟

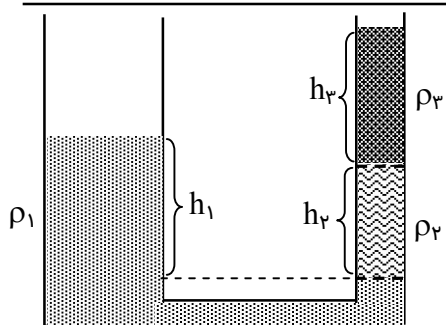
(ب) فشار کل در آن نقطه چند پاسکال و چند cmHg است ؟

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، ρ_1 پایین ترین سطح جدایی دو مایع است. با استفاده از این ظروف می‌توان چگالی مایع مجهول را محاسبه کرد.

$$P_1 = P_2 \Rightarrow P_0 + \rho_1 gh_1 = P_0 + \rho_2 gh_2 \Rightarrow \rho_1 gh_1 = \rho_2 gh_2 \Rightarrow \rho_1 h_1 = \rho_2 h_2$$

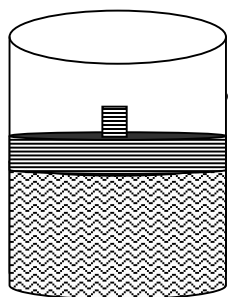


تعمیم رابطه فوق برای سه مایع مخلوط نشدنی:

$$P_1 = P_2 \Rightarrow P_0 + \rho_1 g h_1 = P_0 + \rho_2 g h_2 + \rho_3 g h_3 \Rightarrow \rho_1 h_1 = \rho_2 h_2 + \rho_3 h_3$$

مثال: اگر در شکل اول $h_1 = 20\text{ cm}$ و $h_2 = 15\text{ cm}$ و $\rho_1 = 1/2 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ باشد، چگالی مایع دوم را محاسبه کنید.

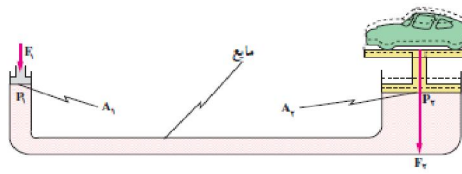
فشار ترکیبی: اگر فشار وارد بر کف ظرف، ناشی از فشار مایع محصور و جسم جامد باشد، فشار حاصل مجموع دو فشار است.



مثال: در شکل مقابل مساحت قاعده استوانه 5 cm^2 است و تا ارتفاع 20 cm آب ریخته ایم و یک وزنه 4 Kg روی آب قرارداده ایم. فشار وارد بر کف ظرف چقدر است؟

اصل پاسکال

فشار وارد بر مایع محصور، بدون کاهش به تمام قسمت‌های مایع و دیواره‌های ظرف منتقل می‌شود. از کاربردهای این اصل می‌توان بالابر هیدرولیکی و سیستم تر اتومبیل نام برد.



$F_1 =$ نیروی فشرنده
 $F_2 =$ نیروی وارد بر جسم
 $R_1 =$ شعاع مقطع پیستون کوچک
 $R_2 =$ شعاع مقطع پیستون بزرگ
 $A_1 =$ مقطع پیستون (کوچک)
 $A_2 =$ مقطع پیستون بزرگ

$$P_1 = P_2 \rightarrow \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \rightarrow \frac{F_1}{R_1^2} = \frac{F_2}{R_2^2}$$

فشار پیمانه‌ای: اختلاف فشار گاز درون محفظه و فشار هوا را فشار پیمانه‌ای می‌گویند. $P - P_0 = \rho g h$

تمرینات دوره‌ای

۱ - چرا آبی که از شیر خارج می‌شود هر چه پایین‌تر می‌آید باریک‌تر می‌شود؟

۲ - وقتی قلم‌مو را از آب بیرون می‌آوریم چرا موهای قلم بهم می‌چسبد در صورتی که چرا درون آب موها بهم نمی‌چسبد؟

۳ - علت هر یک از موارد زیر را زیر آن بنویسید:
منتشر شدن بوی غذا - بالا رفتن آب از آوند گیاهان - نشستن پشه در سطح آب - متراکم نشدن مایعات -

محدب بودن سطح جیوه در لوله مویین - مقعر بودن سطح آب در لوله مویین - بالا رفتن بادکنک پر از گاز هلیوم - استفاده از چوب اسکی روی برف

۴ - استوانه‌ای به جرم 4Kg از جنس روی داریم: الف) حجم آن چقدر است؟ ب) اگر مساحت قاعده آن 10 cm^2 باشد ارتفاع آن چقدر است؟

۵ - استوانه‌ای به مساحت قاعده آن 20 cm^2 و ارتفاع 12cm داریم که جرم آن 6kg است. چگالی آنرا محاسبه کنید.

۶ - اگر 400 gI آلومینیم را با 200 gI روی آلیاژ کنیم چگالی آلیاژ چقدر میشود؟

۷ - طول استخری 30 متر و عرض آن 10 متر است که تا ارتفاع 3 متری از آب پر است فشار وارد بر کف استخر را بر حسب پاسکال و نیروی وارد بر کف استخر را بر حسب نیوتن محاسبه کنید.

۸ - مکعبی از آهن به ضلع 10 cm در اختیار داریم که درون آن حفره‌ای به حجم 150 cm^3 وجود دارد اگر چگالی آهن $7/8\text{ gr/cm}^3$ باشد جرم مکعب چند Kg است؟

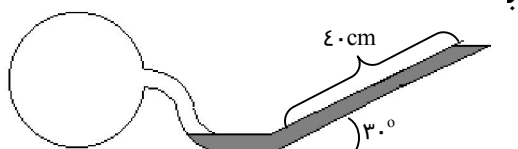
۹ - اگر 500 cm^3 آب یخ ببندد 45 cm^3 بر حجمش افزوده می‌شود چگالی یخ را محاسبه کنید.

۱۰ - یک مکعب مستطیل به ابعاد $12 \times 9 \times 6\text{ cm}$ به چگالی 1200 Kg/m^3 روی یکی از وجوهش بطور افقی قرار می‌دهیم کمترین و بیشترین فشاری بر سطح وارد می‌شود چقدر است؟

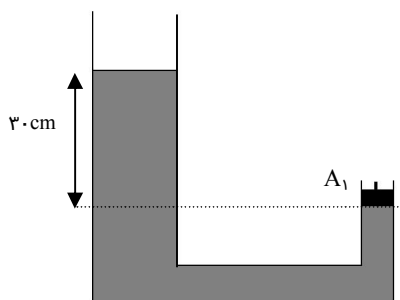
۱۱ - مکعب مربعی به ضلع 60 cm در عمق 4 m مخزن پرآبی قرار دارد از طرف آب چه نیرویی به کف و بالای مکعب وارد می‌شود؟ اختلاف این دو نیرو چه تاثیری در وزن جسم دارد؟

۱۲ - دو ظرف استوانه‌ای به مقطع‌های A_1 و $3A_1$ داریم داخل آنها به مقدار یکسان آب می‌ریزیم با توجه به فشار وارد بر کف ظرف از طرف آب نسبت $\frac{P_1}{P_2}$ چقدر است؟

۱۳ - در یک ظرف استوانه به مساحت قاعده 5 cm^2 ، نیم لیتر جیوه و $1/5$ لیتر آب می ریزیم فشار وارد بر کف ظرف چقدر است؟



۱۴ - در شکل زیر اگر چگالی مایع درون لوله 1500 Kg/m^3 باشد. فشار کل درون مخزن چند پاسکال است؟



۱۵ - چگالی مایع درون ظرف $\rho = 1250 \text{ Kg/m}^3$ است. وزنه‌ای که روی سطح مقطع A_1 قرار دارد چند Kg است؟
 $A_1 = 20 \text{ cm}^2$

۱۶ - مقطع پیستونهای یک جک هیدرولیکی به ترتیب 200 و 1200 سانتی متر مربع است. یک وزنه 0.5 kg را روی مقطع پیستون کوچک و یک وزنه $4/5 \text{ kg}$ را روی مقطع پیستون بزرگ قرار میدهیم. آیا جک در حال تعادل است؟ (چرا؟) برای تعادل آن چکار باید کرد؟

۱۷ - یک زیر دریایی در عمق 200 m آب دریا قرار دارد فشاری! که از جانب آب بر آن وارد می شود چند پاسکال است؟ فشار کل چقدر است؟ اگر شکافی به مساحت 8 cm^2 در بدنه زیر دریایی ایجاد شود چه نیرویی برای جلوگیری از نفوذ آب لازم است؟