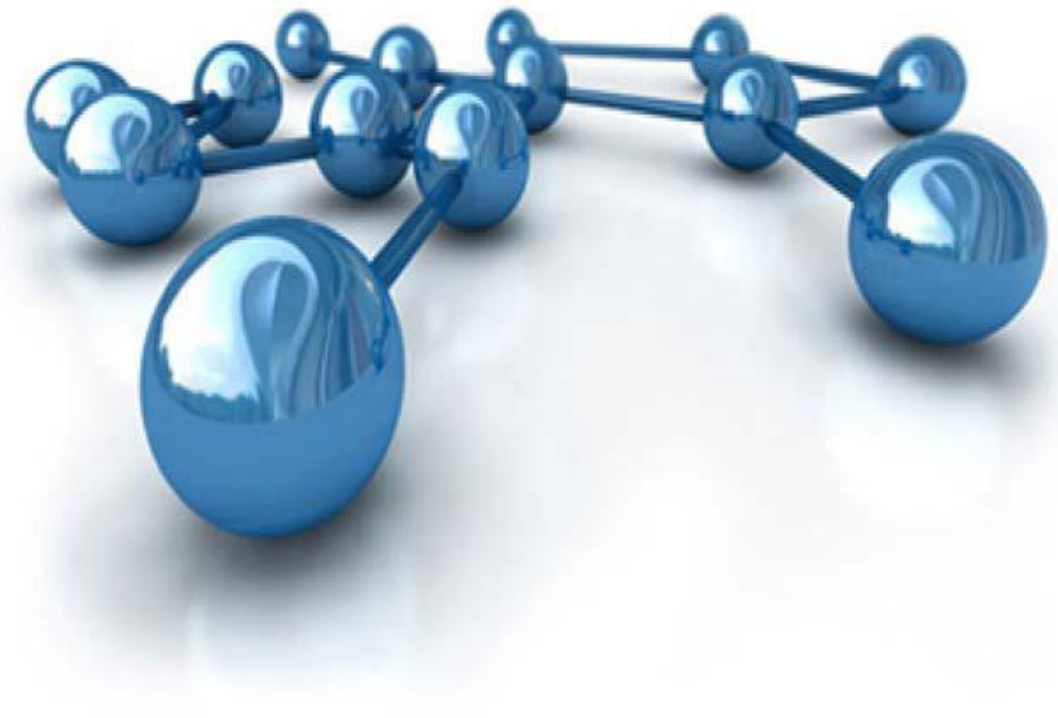


ویژگی های فیزیکی مواد

مدرس:مسعود رهنمون

گروه آموزشی عصر

ASR_Group @ outlook.com

@ASRschool2

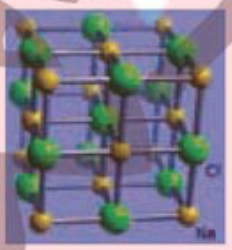
حالت های مختلف ماده: در طبیعت، ماده در سه حالت اصلی یافت می شود: گاز، مایع و جامد. هر یک از این حالت های کلاسیک را فاز نیز می نامند. هر فاز با فاز دیگر از دو نقطه نظر متفاوت است: جنبش مولکول ها و ذرات جسم و آزادی نسبی آنها و همچنین فاصله بین ذرات.

۱- جامدات :

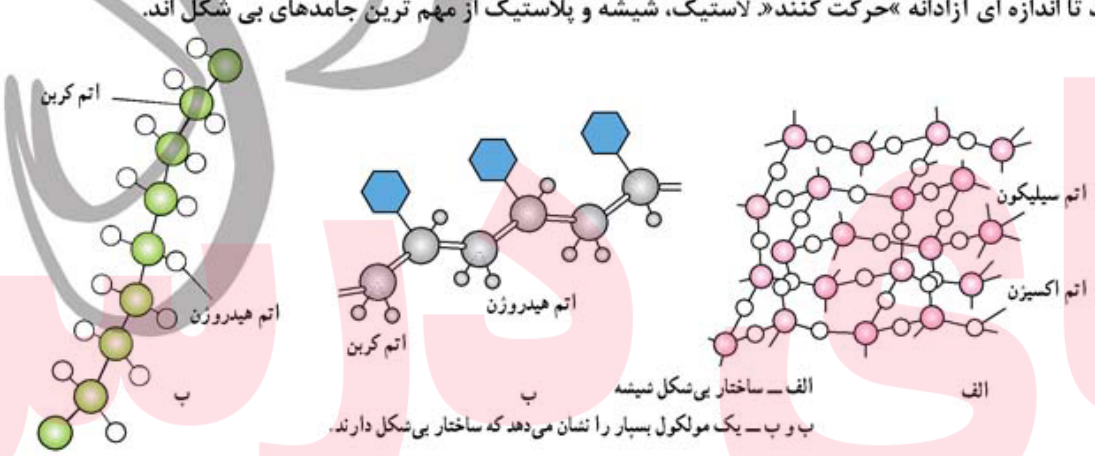
در جامدات فاصله ی بین مولکول ها در حدود آنگستروم یعنی $10^{-10}m$ است. این فاصله در حدود قطر اتم است. در جامدات نیروهای‌بین مولکولی به قدری است که مولکول ها نمی توانند حرکت انتقالی داشته باشند.

در نتیجه جامدات دارای شکل هستند و مولکول های آنها فقط می توانند در جای خودشان حرکت ارتعاشی داشته باشند. برای درک بهتر این مطلب، فرض کنید که مولکول ها مانند تـوپ هایی هستند که توسط فنرهایی به هم متصل شده اند. این فنرها همان نیروهای بین مولکولی هستند. اگر دو مولکول بخواهند از هم دور شوند این نیرو جاذبه و اگر دو مولکول بخواهند به هم بیش از هم نزدیک شوند، این نیروها دافعه خواهند بود. البته لازم به ذکر اسـت‌که نیروهای بین مولکولی از قانون هوک پیروی نمی کنند. جامدات به دو صورت می توانند وجود داشته باشند، بلورین و بی شکل

جامد بلورین(***crystalline solid***): اگر مایع مذاب اولیه را به آهستگی سرد کنیم، مولکول ها در طرح های منظمی در کنار یکدیگر قرار می گیرند. با تکرار این طرح ها در یک ساختار سه بعدی جامد بلورین شکل می گیرد. فلزاتی مانند آهن و سنگ هایی مانند نمک طعام و نیترید بور و ... ازمهم ترین جامدهای بلورین هستند.



جامد بی شکل یا آمورف(***amorphous solid***): اگر مایع مذاب اولیه را سریعاً سرد و منجمد کنیم، مولکول ها فرصت کافی برای مرتب شدن در یک طرح منظم در کنار یکدیگر را ندارند. به این قبیل جامدها جامد بی شکل (آمورف) می گویند. در یک جامد بی شکل، اتم ها و مولکول ها به صورت کاتوره ای (***random***) توزیع شده اند. در بسیاری از جامدهای بی شکل، ذرات می توانند تا اندازه ای آزادانه »حرکت کنند«. لاستیک، شیشه و پلاستیک از مهم ترین جامدهای بی شکل اند.



مایع(***liquid***): در این حالت فاصله مولکول ها و ذرات بسیار کم و تقریباً برابر قطر یک مولکول است به گونه ای که اساساً نمی توان مایعات را متراکم کرد. اما هنوز هم مولکول ها آزادی نسبی در حرکت و لغزش بر روی یکدیگر را دارند. حالت مایع، حد واسط بین حالت گاز و حالت جامد است. در مایعات، مولکول ها به قدری آهسته حرکت می کنند که نیروهای جاذبه بین مولکولی می توانند آنها را در حجم معینی نگه دارند. با این حال، جنبش مولکول ها هنوز سریع تر از آن است که نیروهای جاذبه بین مولکولی بتوانند آنها را در مواضع مشخصی از شبکه بلوری ثابت نگه دارند. به همین دلیل است که مایعات حجم معینی دارند اما شکل مشخصی ندارند، یعنی جاری می شوند و شکل ظرفی را که در آن قرار دارند، به خود می گیرند.

نکته: مایعات و گازها با نام عمومی شاره ها(سیالات) خوانده می شوند. در یک اظهارنظر کلی دیگر می توان گفت: شاره ها موادی هستندکه وقتی تحت اثر «نیروهای پیچشی» واقع شوند، جاری می شوند

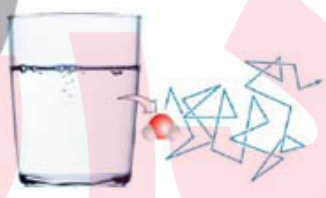
پرسش : چگونه می توان اندازه یک مولکول نفت را برآورد کرد؟

هدف اصلی این فعالیت برآورد اندازه ی یک مولکول است. برای انجام این فعالیت بهتر است به توصیه هایی که در ادامه آمده است، توجه شود. به جای روغن می توانید از صابون مایع نیز استفاده کنید. برای جداسازی یک قطره روغن یا صابون مایع و قرار دادن آن بر سطح آب می توانیم انتهای یک مُو را به آرامی داخل ظرف محتوی روغن‌یا صابون مایع کرده و آن را خارج کنیم و به آرامی روی سطح آب درون ظرف قرار دهیم. توجه کنید که ضخامت موی انسان حدود ۰/۱ mm و قطر قطره ی روغنی که در انتهای مو تشکیل می شود حدود ۰/۳ mm است (مطابق‌شکل هم چنین برای آن که گسترش قطره ی روغن یا صابون مایع را بر روی سطح آب به خوبی مشاهده کنیم بهتر است به کمک نمک پاش! مقداری فلفل بر روی سطح آب‌بپاشیم. این کار را پیش از قرار دادن قطره ی روغن روی سطح آب انجام می دهیم. پس از آن که گسترش سطح قطره ی روغن یا صابون مایع بر روی سطح آب به حد کافی رسید و تقریباً متوقف گردید با توجه به اندازه گیری قطر لایه ی روغن یا صابون مایع بر روی آب می توانیم اندازه ی تقریبی قطر یک مولکول را با توجه به شکل پیدا کنیم.

مثال: در یک آزمایش برای برآورد اندازه تقریبی مولکول نوعی روغن آلی، قطره ای از آن به حجم ۰/۰۰۱ میلی متر مکعب را روی سطح ساکن و تمیز آب می چکانیم. روغن پخش می شود و لکه ای دایره ای به قطر۵۶۰ میلی متر تشکیل می دهد. قطر هر مولکول روغن تقریباً چقدر است؟

فرآیند نفوذ(پخش) در مایعات: دو مایع که قابلیت انحلال در یکدیگر را دارند، وقتی به هم می رسند، در یکدیگر نفوذ می کنند. اگر مایعی را با دقت کافی روی مایع دیگر که چگالی بیشتر دارد بریزیم، در ابتدا مرز مشخصی بین آنها مشاهده می کنیم. این مرز همچنان که مولکولهای دو مایع در هم می آمیزند، به تدریج نامشخص تر و پس از مدتی به کلی ناپدید می شود. فرآیند نفوذ در مایعات خیلی آهسته تر از گازها است. در مایعات، چون مولکول ها نسبتاً به هم نزدیک اند، تعداد برخوردهای هر مولکول در یک فاصله زمانی معین بسیار زیاد و مسافت آزاد میانگین برای مولکول یک مایع کوتاه تر از گاز است و از این رو، مایعات به مراتب کندتر از گازها پخش می شوند.

پخش مولکولهای جوهردر آب



حرکت نامنظم وکانوره ای یک مولکول آب

گاز(*gas*): در این حالت مولکول ها و ذرات بیشترین فاصله ممکن از یکدیگر و بیشترین آزادی ممکن را نسبت به یکدیگر دارند. فاصله مولکول ها از هم در حالت گازی ده ها برابر قطر یک مولکول است. به همین دلیل است که گازها نه شکل معین و نه حجم مشخصی دارند. دقیقاً به همین علت نیز حجم گاز نه تنها به تعداد ذرات آن بلکه به دما و فشار نیز بستگی دارد. حجم گازها معمولاً در شرایط دما و فشار استاندارد، ***STP***) دمای صفر درجه سلسیوس و فشار یک اتمسفر(گزارش می شود. ذرات در حالت گازی به صورت کاتوره ای حرکت می کنند و از آنجا که فاصله آنها از یکدیگر زیاد است تعداد برخوردهای میان آن ها بسیار کمتر از حالت های دیگر ماده است. دو یا چند گاز را می توان به هر نسبت بایکدیگر به صورت کاملا همگن مخلوط کرد.

نکته: مایعات و گازها با نام عمومی شاره ها)سیالات(خوانده می شوند. در یک اظهارنظر کلی دیگر می توان گفت: شاره ها موادی هستندکه وقتی تحت اثر »نیروهای پیچشی« واقع شوند، جاری می شوند.

نکته: تفاوت اصلی مایع و گاز در فاصله بین مولکول های آنها است. در گازها، مولکول ها فاصله زیادی از هم دارند و تحت تأثیر نیروهای چسبندگی قرار نمی گیرند.

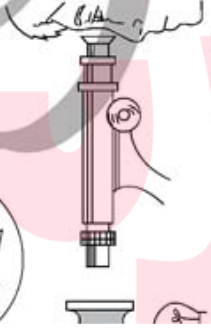
پخش(diffusion): در اثر برخورد مولکول های هوا با مولکول های مایعاتِ فرّاری مانند عطر و ادوکلن)و یا مولکول های گازهای دیگری مثل گاز شهری و ذرات دود و ...(مولکول های عطر در هوای محیط منتشر می شوند. این پدیده که پخش نامیده می شود، ناشی از اختلاف‌غلظت گاز در دو ناحیه از محیط بوده و فشار هوا در آن نقشی ندارد.

سوال:همان طور که می دانیم هوای اطراف کره ی زمین آمیزه ای از گازهای مختلف همچون نیتروژن، اکسیژن وکربن دی اکسید ، بخار آب و ... است. اگر پدیده ی پخش رخ نمی داد آیا زندگی در روی زمین به وجود می آمد؟

پاسخ: در صورتی که این پدیده رخ نمی داد، میدان گرانشی زمین، جو را به چند لایه تقسیم می کرد به طوری که پایین ترین لایه شامل سنگین ترین گاز، یعنی کربن دی اکسید می بود و بالای آن به ترتیب اکسیژن، نیتروژن بخار آب و گازهای بی اثر قرارمی گرفتند.

یکی از وجوه تمایز ماکروسکوپیکی بین مایعات و گازها میزان تراکم پذیری آن هاست. تراکم پذیری به معنی تغییر چگالی بر اثر تغییر فشار اعمال شده روی سیستم است. تراکم پذیری نتیجه ی مستقیم خواص میکروسکوپیکی ماده،یعنی فاصله و نیروهای بین مولکولی، است. مایعات را به تقریب می توان تراکم ناپذیر دانست. این موضوع به طور کلی در مورد گازها صدق نمی کند، اگر چه اغلب به خاطر سهولت در انجام محاسبات آن ها را تراکم ناپذیر در نظر می گیرند. به عنوان مثال، وقتی هوا با سرعتی کمتر از ۵۰ms در حال شارش باشد، فرض تراکم ناپذیری اغلب نتایج قابل قبولی به دست می دهد.

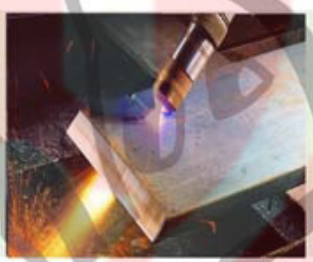
حرکت براونی:در سال ۱۸۲۸گیاه شناسی به نام رابرت براون، حرکت »درهم و برهم« و بی وقفه ی گرده های گیاهی را در آب توصیف کرد. ذرات کوچکی که او در میکروسکوپ خود مشاهده کرده بود، به طور بی وقفه در حرکت بودند. آلبرت اینشتین در ماه مه۱۹۰۵ هنگامی که بیست وشش ساله بود و در اداره ی ثبت اختراعات برای دولت سوئیس کار می کرد، مقاله ی کوتاهی برایAnnalen der Physikفرستاد که در آن حرکت براونی به صورت کمی توضیح داده شده بود. او در این مقاله نشان داد که حرکت براونی ذرات، بر اثر نیروهای متغیری است که از برخورد ذرات با مولکول ها حاصل می شوند. هر چند در آن زمان، حتی وجود مولکول ها هم برای همه ی دانشمندان مسلم نشده بود.اما چند سال بعد، ژان پرن با استفاده از نتایج اینشتین توانست جرم مولکول ها را از طریق اندازه گیری هایش در حرکت‌براونی تعیین کند، و بی هیچ تردیدی وجود مولکول را نشان دهد.اگر چه براون و پرن ذرات کوچک موجود در آب را مطالعه کردند، اما در این جا حرکت براونی در هوا را که ساده تر است به بحث می گذاریم.



ظرفی شیشه ای را از دود پر کنید مثلاً تکه ای کاغذ در آن آتش زده و خاموش کنید و مطابق شکل توسط لامپی روشن پرتوهای نور به آن بتابانید. به کمک میکروسکوپ به ذره های دود درون ظرف نگاه کنید و به حرکت نامنظم و درهم و برهم آن ها توجه کنید. این حرکت کاتوره ای را حرکت براونی‌نیز می گویند.

پلاسما)***plasma***(: حالت چهارم ماده، پلاسما، شبیه گاز است با این تفاوت که ذرات سازنده آن یون ها)و نه اتم ها(و الکترون های آزاد می باشند. البته پلاسما به طور کلی از نظر الکتریکی خنثی است، چرا که تعداد بارهای مثبت و منفی در آن درست مثل گاز معمولی، برابر است. این حالت ماده در محیط روزمره ما چندان متداول نیست، ولی رایج ترین حالت ماده در کل عالم است. خورشید و سایر ستارگان بیشتر از پلاسما تشکیل شده اند. در روی زمین، پلاسما را در آزمایشگاه با گرم کردن گازها تا دماهای بسیار زیاد به وجود می آورند. پلاسما اغلب بسیار داغ است ولی در دماهای پایین نیز می توان با بمباران اتم ها با ذرات یا پرتوهای پرانرژی پلاسما را ایجاد کرد. پلاسما جریان الکتریکی را به خوبی هدایت می کند و می توان به کمک میدان های الکتریکی و مغناطیسی آن را به حرکت درآورد.در زندگی روزمره، پلاسما را می توان در لامپ های مهتابی)و نمونه های جدید آن: لامپ های کم مصرف(، چراغ های نئون تبلیغاتی، صفحه نمایش تخت تلویزیون، گازهای خروجی موتورهای جت و ... مشاهده کرد. در طبیعت، شفق شمالی و شفق جنوبی، پلاسماهای تابان در جو بالایی زمین اند.

کاربرد پلاسما در جوشکاری

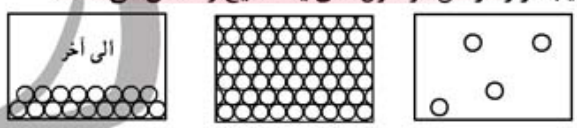

کاربرد پلاسما در برشکاری

کاربرد پلاسما در پزشکی

کاربرد پلاسما در دندان پزشکی

سوالات:

۱ــ در کدام یک از سه حالت ماده، ذره های ماده الف)منظم اند. ب) نامنظم اند.
پ) با آزادی در جهت های مختلف حرکت می کنند. ت) در مکان های ثابتی نوسان می کنند.
۲ــ الف) چگونه می توان حرکت براونی را مشاهده کرد؟
ب) در این آزمایش چه پدیده ای را مشاهده می کنید؟
پ) حرکت براونی چه دلیلی برای ذره ای بودن ماده ارائه می دهد؟
ت) گاهی هنگام نگاه کردن به ذره ای در میکروسکوپ، ذره ناگهان ناپدید می شود. چرا چنین است؟
۳ــ شکل زیر چگونگی قرار گرفتن مولکول ها را در جامدها، مایع ها و گازها نشان می دهد
الف) کدام یک از شکل ها ترتیب قرار گرفتن مولکول های یک جامد را نشان می دهد؟
ب) کدام یک از شکل ها ترتیب قرار گرفتن مولکول های یک مایع را نشان می دهد؟

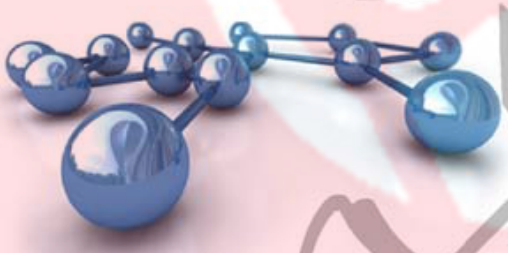


الف ب پ

گروه آموزشی عصر
ASR_Group @ outlook.com
@ASRschool2

فناوری نانو یا نانوتکنولوژی:

نانو ریشه یونانی «نانس» به معنی کوتوله می‌باشد فناوری نانو موج چهارم انقلاب صنعتی، پدیده‌ای عظیم می‌باشد که در تمامی گرایش‌های علمی راه یافته است تا جایی که در یک دهه آینده برتری فرایندها، وابسته به این تحول خواهد بود ماهیت فناوری نانو توانایی کارکردن در تراز اتمی، مولکولی و فراتر از آن در ابعاد بین ۱ تا ۱۰۰ نانومتربرابر با یک میلیاردم متر است ، برای تصور این اندازه می توان طول ده اتم کربن کنار یکدیگر را برابر با یک نانومتردانست ، فناوری نانو با هدف ساخت و دخل و تصرف در چگونگی آرایش اتم‌ها یا مولکول‌ها با استفاده از مواد، وسایل و سیستم‌هایی با توانایی‌های جدید و با تغییر این ساختارها و رسیدن به بازدهی بیشتر مواد می‌باشد. فناوری نانو فرایند دستکاری مواد در مقیاس اتمی و تولید مواد و ابزار، به وسیله کنترل آنها در سطح اتم‌ها و مولکول‌هاست. در واقع اگر همه مواد و سیستم‌ها ساختار زیربنایی خود را در مقیاس نانو ترتیب دهند؛ آنگاه تمام واکنش‌ها سریع‌تر و بهینه‌تر صورت می‌گیرد و توسعه پایدار پیش گرفته می‌شود نکته مهم موجود درمقیاس نانو این است که نیازی وجود ندارد تا تمام ابعاد ماده در مقیاس نانو باشند ومی توان با کوچک کردن یک بعد ماده در مقیاس نانو یک نانو لایه داشته باشیم که لایه ای به ضخامت نانو خواهد بود که مثال آن را می توان در اکسید آلو مینیوم دانست که هنگام تبدیل شدن به نانو لایه اکسید آلومینیوم به دلیل ابعاد وشکل هندسی اش رسانا می شود .



پرسش:

آلومینیم یکی از رساناهای بسیار خوب جریان الکتریکی است. سطح آلومینیم، چه به صورت سیم، قوطی نوشابه یا بال هواپیما باشد، در مجاورت هوا به آلومینیم اکسید تبدیل می شود. از آنجا که آلومینیم اکسید، عایق بسیار خوبی است و رسانای الکتریسیته نیست پس چرا وقتی دو سرِ دو سیم آلومینیمی را به هم وصل می کنیم، جریان الکتریسیته از یک سیم به سیم دیگر جریان می یابد؟

از ابتدای دهه ۱۹۸۰ میلادی گستره طراحی و ساخت ساختمانها هر روزه شاهد نوآوری‌های جدیدی در زمینه مصالح کارآمدتر و پربازده‌تر در مقاومت، شکل پذیری، دوام و توانایی بیشتر نسبت به مصالح سنتی است. نانوفناوری یک دانش به شدت میان‌رشته‌ای است و به رشته‌هایی چون مهندسی مواد، پزشکی، داروسازی و طراحی دارو، دامپزشکی،زیست‌شناسی، فیزیک کاربردی، ابزارهای نیم رسانا، شیمی ابرمولکول و حتی مهندسی مکانیک، مهندسی برق و مهندسی شیمی نیز مربوط می‌شود. تحلیل گران بر این باورند که فناوری نانو،زیست فناوری **(Biotechnology)** و فناوری اطلاعات **(IT)** سه قلمرو علمی هستند که انقلاب سوم صنعتی را شکل می‌دهند

چرا مقیاس نانو اهمیت دارد :

موضوع جذاب مقیاس نانو نیز، مربوط به خواص مواد است.یافته های دانشمندان نشان می دهد که خواص مواد در مقیاس نانو بسیار متفاوت از مقیاس ماکرو است.به عبارت دیگر اگر ذرات یک ماده ی خاص در حد چند نانومتر کوچک کنیم، این ذرات ویژگی های متفاوتی با ذرات بزرگ اولیه خواهند داشت.این در حالی است که کوچک کردن ذرات یک تغییر فیزیکی است و ما انتظار نداریم که با این تغییر فیزیکی ویژگی های اصلی ماده تغییر کند.این امر سبب گردیده مقیاس نانو بیش از سایر مقیاس ها مورد توجه قرار بگیرد.

۱.تغییر رنگ:

حتما بارها خرده های یک شیشه ی شکسته شده را دیده اید.ذرات حاصل از شکستن یک شیشه هر چه قدر هم که کوچک باشد ،باز به بیرنگی و شفافیت شیشه های اولیه هستند.اما این قاعده در مقیاس نانو صادق نیست.یعنی موادی وجود دارند که رنگ ذرات چند نانومتری آنها با رنگ ذرات بزرگترشان تفاوت دارد طلا ونقره شناخته ترین نمونه های این گروه از مواد هستند

مقایسه ذرات شیشه خرد شده و شیشه سالم

۲.تغییر شفافیت:

شفافیت یک خاصیت فیزیکی است و نشان دهنده ی میزان توانایی یک ماده در عبور دادن نور مرئی از خود است. یک پرتو نور در برخورد با سطح ماده می تواند از آن عبور کند، جذب آن گردد یا بازتاب شود.اگر ماده ای پرتوهای نور را جذب کند و یا آنها را بازتاباند، نور را مسدود کرده است.مواد مختلف بسته به عملکردشان در برابر تابش نور می توانند کاربرد های فراوانی داشته باشند.به عنوان مثال اکسید روی و اکسید تیتانیوم، نور ماورای بنفش را کاملا جذب می کنند و نور مرئی را باز می تابانند.این مواد که به رنگ سفید دیده می شوند گزینه های بسیار مناسبی برای کرم های ضد آفتاب هستند.البته افراد بسیاری رنگ سفیدی را که این کرم ها بر روی پوست ایجاد می کنند، دوست ندارند.خوشبختانه این مشکل را می توان با کوچک کردن اندازه ی ذرات این مواد حل کرد.

نانوذرات اکسید روی و اکسید تیتانیوم، با وجود اینکه نور ماورای بنفش را کاملا جذب می کنند، اما بر خلاف ذرات بزرگتر کاملا شفاف هستند.البته این امر ناشی از عبور نور مرئی از این ذرات نیست؛ بلکه به سبب آن است که اندازه ی نانوذرات اکسید روی و اکسید تیتانیوم کوچک تر از طول موج نور مرئی(۷۰۰-۴۰۰ نانومتر) است و از این رو این ذرات توانایی بازتابش نور مرئی را ندارند.

تغییر رنگ ذرات اکسید تیتانیوم بر حسب اندازه

۳.تغییر خواص مغناطیسی:

کمی براده ی آهن را در یک لیوان آب حل کنید و آن را خوب به هم بزنید. قبل از اینکه براده ها ته نشین شوند ،آهن ربا را به لیوان نزدیک کنید.چه اتفاقی می افتد؟آیا مخلوط آب و براده، نسبت به میدان مغناطیسی آهن ربا، عکس العملی نشان می دهند؟اگر این آزمایش را خیلی خوب انجام داده باشید، بهترین نتیجه ی حاصل، جذب ذرات براده توسط آهن خواهد بود.اما اگر همین آزمایش را توسط ذرات نانومتری آهن(یا کبالت)تکرار کنیم، نتیجه متفاوتی خواهد داشت.سیال مغناطیسی(یا فروفلوید)، مایعی است متشکل از نانوذرات فرو مغناطیس(مانند آهن و کبالت) که در آب یا یک حلال آلی معلق شده اند. این مایع در حضور یک آهن ربا(یک میدان مغناطیسی)، خاصین مغناطیسی بسیار قوی از خود نشان می دهد، به نحوی که با حرکت آهن ربا دراطراف این مایع، می توان آنرا به شکل های سه بعدی زیبایی در آورد.البته این سیال تا زمانی از خود چنین خاصیتی نشان می دهد که ذرات نانومتری آن، تحت نیروهای بین مولکولی به یکدیگر نچسبند.

سیال مغناطیسی

تاثیر اساسی نانوتکنولوژی در رشد و پیشرفت بسیاری از فناوریها

ماهیت فرارشته‌ای علوم و فناوری نانو به عنوان توانمندی تولید مواد، ابزارها و سیستمهای جدید با دقت اتم و مولکول، موجب تعریف کاربردهای بسیاری زیادی در عرصه‌های مختلف علمی و صنعتی شده است. برای نانوتکنولوژی کاربردهای بسیاری را در حوزه‌های دارو و غذا و بهداشت، درمان بیماریها، محیط‌زیست، انرژی، الکترونیک، کامپیوتر و اطلاعات، مواد، ساخت و تولید، هوافضا، بیوتکنولوژی و کشاورزی و امنیت ملی و دفاع برشمرده‌اند. به همین دلیل بر تمام فناوریها تأثیر گذاشته و دیر یا زود باید شاهد محصولات آنها بود. به عنوان نمونه در بخش پزشکی و بهداشت، یک زمینه کاری بسیار مهم، سیستم توزیع دارو در داخل بدن می‌باشد. مصرف دارو در حال حاضر به صورت حجمی است در حالی که سلولهای خاصی از بدن نیازمند آن می‌باشند. در روش جدید دارو با وسایل ترزیق متفاوت با امروزه به صورت مستقیم به سمت سلولهای مشخص جهت‌گیری شده و دارو به محل نیاز تحویل داده می‌شود. با همین مکانیزم، بیماریهای بزرگ و کوچک در آغاز شکل‌گیری قابل تشخیص و درمان خواهند بود. یا در بخش مواد، پروژه‌هایی در دست کار می‌باشد که موادی با وزن بسیار کم و خواص بسیار مناسب تولید شوند. کاربرد این مواد در ساختمان، خودرو، هواپیما و بسیاری از ملزومات زندگی انسانها دیده خواهد شد. بنابراین عرصه بسیار وسیع نانوتکنولوژی که زندگی انسانها را نیز در برخواهد گرفت، خود القاءکننده این نتیجه خواهد بود که نمی‌توان به روی آن چشم بست

کاربرد فن آوری نانو در بازسازی
رباط صلیبی

نیروهای بین مولکولی(*intermolecular forces*) :

دیدیم که متراکم کردن بطری پلاستیکی پر از آب و دربسته امکان پذیر نیست. به کمک نیروهای بین : نیروهایی هستند که بین مولکول های‌مولکولی می توان این پدیده را توجیه کرد. وقتی سعی می کنیم فاصله بین مولکول های مایع را کم کنیم نیروی دافعه شدیدی بین آنها ظاهر می شود که از تراکم پذیری مایع جلوگیری می کند. وقتی باران می بارد لایه ای از آب روی شاخه و برگ درختان می نشیند و با بزرگ شدن این لایه، قطره شدن آب آغاز می شود. با افزایش مقدار آب و با سنگین تر شدن قطره آب شکل آن به صورت در می آید و در آستانه سقوط قرار می گیرد. مولکول های آب روی سطح قطره از بقیه مولکول های آب روی شاخه کمی دور می شوند. در این حالت نیروی بین مولکولی به صورت جاذبه ظاهر می شود و در برابر نیروی وزن مقاومت می کند. این نیروی جاذبه بین مولکولی را نیروی هم چسبی می نامیم. با بزرگ تر شدن جرم قطره بالاخره نیروی وزن از نیروی هم چسبی مولکول ها بیشتر می شود و قطره به شکل کره سقوط می کند

مولکولهای آب به یکدیگر
نیروی جاذبه وارد می کنند

نیروهای بین مولکولی از نوع الکتریکی بوده و کوتاه برد هستند. یعنی فقط زمانی اثر می کنند که فاصله بین‌مولکول ها کم و در حد چند برابر قطر متوسط یک مولکول باشد. این نیروها در فواصل خیلی کم، دافعه و درفاصله های بیشتر، جاذبه اند.

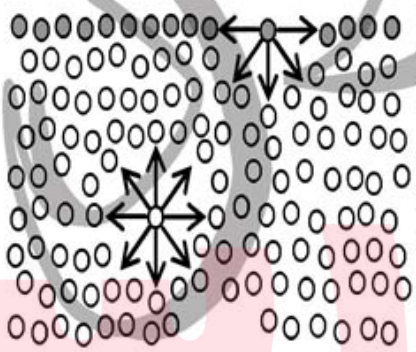
پرسش:می گوییم مایع شکل ظرف را به خود می گیرد. اما اگر ظرف و نیروی گرانش وجود نداشته باشند، شکل»طبیعی« یک قطره آب‌چگونه خواهد بود؟

انواع نیروهای بین مولکولی:

نیروهای بین مولکولی را به دو دسته اصلی تقسیم می کنند: نیروی‌هم چسبی و نیروی دگرچسبی

الف)هم چسبی(**cohesion**): نیروی جاذبه ای که بین مولکول های یکسان(مولکول های یک مایع) وجود دارد و باعث می شود که مولکول های مایع متصل به یکدیگر باقی بمانند، نیروی چسبندگی نام دارد. نیروی چسبندگی مسئول چگالش است و به علت وجود همین نیرو است که قطره آب در حین سقوط در هوا شکل تقریبا کروی خود را حفظ می کند.

کشش سطحی(surface tension): سطح آب به علت نیروی چسبندگی بین مولکول های سطحی خود مانند یک پوسته کشسان عمل می کند و می تواند اجسام سبکی مانند سوزن و تیغ اصلاح را (علیرغم آن که چگالی این اجسام از آب بیشتر است) بر روی خود نگه دارد. این اثر، کشش سطحی نام دارد.



کشش سطحی بر اثر جاذبه های مولکولی به وجود می آید. در زیر سطح مایع و در اعماق، مولکول های مجاور، هر مولکول را در تمام جهت ها جذب می کنند، که باعث می شود مولکول هیچ تمایلی برای کشیده شدن در جهت معینی نداشته باشد. اما مولکول های موجود در سطح مایع را فقط همسایگان از دو طرف و از زیر می کشند و هیچ کششی از بالا بر آن وجود ندارد. چنین نیروی رو به پایینی می خواهد مساحت سطح مایع را کمینه کند. به این دلیل است که سطح مایع، مانند یک لایه کشسانِ کشیده شده رفتار می کند. ایستادن حشرات بر روی سطح آب و کروی ماندن قطرات آب به هنگام سقوط در هوا نیز مثال دیگر این پدیده است.

برایند دو نیروی $\vec{F}$ ناشی از سطح آب و نیروی وزن $\vec{W}$ به تعادل می‌رسد.

کشش‌سطحی برای توصیف ایستادن حشره بر روی سطح‌آب مناسب است. همان طور که شکل‌نیز به خوبی نشان می دهد در محل تماس پاهای حشره‌با سطح آب، فرو رفتگی کمی وجود دارد که ناشی ازکشش سطحی آب است و نیروی رویه بالای لازم F جهت غلبه بر نیروی وزن W حشره را تأمین می کند

مه و قطره های شبنم روی تار عنکبوت یا روی برگ های کرک دار گیاهان نیز به همین دلیل قطره هایی تقریباً کروی اند. زیرا سطح آنها تمایل به انقباض دارد و هر قطره را وامی دارد به شکلی درآید که کمترین سطح را داشته باشد. کره آن شکل هندسی است که به ازای حجم معین کمترین سطح را دارد.

عوامل مؤثر بر کشش سطحی: افزایش دمای آب و افزودن موادی مانند شوینده ها به آن کشش سطحی آب را کاهش می دهد

. پرسش: روغن یا چربی در سطح سوپ داغ و سوپ سرد چگونه قرار می گیرد؟ مشاهدات خود را توصیف کنید

پرسش: چرا آب گرم سریع تر از آب سرد از درزهای ریز رادیاتوراتومبیل نشت می کند؟.

کشش سطحی را می توان به صورت کمی هم بیان کرد. بنا به تعریف، کشش سطحی برابر است با انرژی لازم برای آوردن مولکول های درون مایع به سطح آن به ازای واحد سطح. کشش سطحی بر حسب نیوتون بر متر یا ژول بر متر مربع اندازه گیری می شود.

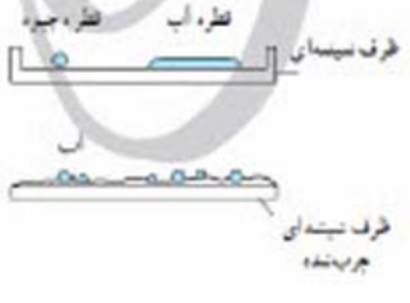
مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

ترشوندگی:

دیدیم که نیروی هم چسبی بین مولکول های یک ماده سبب بروز پدیده های جالبی می شود. هنگامی که دو ماده مختلف در تماس با یکدیگر قرار گیرند نیز جاذبه مولکولی مشابهی بین مولکول های آنها ظاهر می شود که به آن نیروی دگرچسبی یا چسبندگی می گوییم. هم چسبی و دگرچسبی هر دو نیروهایی بین مولکولی هستند. تفاوت آنها در این است که جاذبه، بین مولکول های مشابه باشد یا نامشابه.

الف پخش آب روی سطح شیشه

ب قطره های جیوه روی شیشه



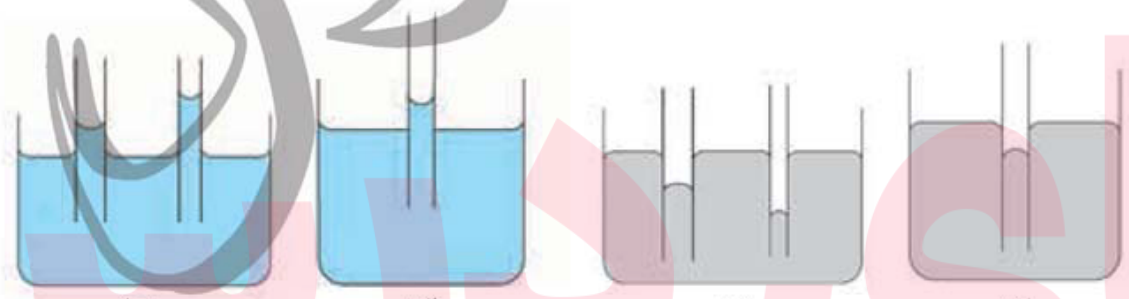
زاویه تماس(*contact angle*): زاویه برخورد سطح جداکننده مایع با دیواره تماس (معمولاً جامد) را زاویه تماس می نامند. این زاویه معیاری است از نسبت نیروی چسبندگی سطحی به نیروی چسبندگی. اندازه زاویه تماس به ترکیب شیمیایی جامد، مایع، گاز و یا هوای مجاور بستگی دارد. همچنین میزان خلوص و دمای این مواد نیز می تواند در اندازه زاویه تماس مؤثر باشد. در این مورد، دو حالت کلی زیر را در نظر می گیریم:

الف: اگر نیروی چسبندگی سطحی از نیروی چسبندگی بیشتر باشد، مایع بر روی سطح پهن شده و آن را تر می کند. مانند آب گرمی که بر روی سطح شیشه ای تمیز ریخته می شود. در این حالت، همان گونه که در شکل دیده می شود، زاویه تماس کمتر از ۹۰ درجه است.

ب: اگر نیروی چسبندگی از نیروی چسبندگی سطحی بیشتر باشد، مایع به صورت قطرات جداگانه بر روی سطح می ماند و می تواند آن را تر کند. مانند آب سردی که بر روی سطح شیشه ای چرب و یا جیوه ای که بر روی سطوح معمولی ریخته می شود. در این حالت زاویه تماس بیشتر از۹۰ درجه است.

پرسش:
دستمال کاغذی در جیوه خیس نمی شود. چرا؟

مویینگی:
اگر چند لوله مویین شیشه ای و تمیز با قطر های متفاوت را درون یک ظرف آب قرار دهیم مشاهده می کنیم که :
۱ــ آب در لوله های مویین بالا می رود و سطح آن بالاتر از سطح آب ظرف قرار می گیرد
۲. ــ هرچه قطر لوله مویین کوچک تر باشد ارتفاع ستون آب در آن بیشتر است
۳ - سطح آب در بالای لوله مویین فرورفته است
اکنون همین آزمایش ها را با جیوه انجام می دهیم و مشاهده می کنیم که:
۱ــ جیوه در لوله های مویین مقداری بالا می رود ولی سطح آن پایین تر از سطح جیوه ظرف قرار می گیرید
۲ ــ هرچه قطر لوله مویین کوچک تر باشد ارتفاع ستون جیوه در آن کمتر است
۳. ــ سطح جیوه در لوله مویین برآمده است



ـ شکل آب در لوله های مویین

شکل جیوه در لوله های مویین

در مورد آب نیروی دگرچسبی بین مولکول های آب و مولکول های شیشه بیشتر از نیروی هم چسبی بین مولکول های آب است. در نتیجه آب سطح شیشه را تر می کند و مانند شکل‌در لوله بالا می رود. در مورد جیوه نیروی دگرچسبی بین مولکول های جیوه و مولکول های شیشه کمتر از نیروی هم چسبی بین خود مولکول های جیوه است. در نتیجه جیوه سطح شیشه را تر نمی کند و مانند سطح جیوه در لوله مویین پایین تر از سطح جیوه درون ظرف قرار می گیرد.

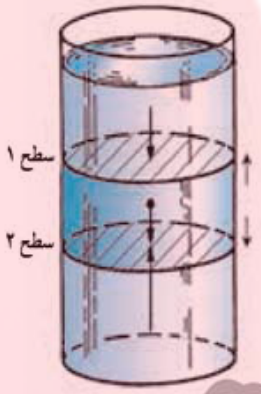
مثال: چند لوله خیلی باریک با قطرهای داخلی متفاوت را به طورعمود وارد ظرف آبی می کنیم. سطح آب درون لوله ها چگونه است؟

الف) در سطوح مختلف و همه بالاتر از سطح آب در ظرف
ب) در سطوح مختلف و همه پایین تر از سطح آب در ظرف
ج) در یک سطح بالاتر از سطح آب ظرف
د) در تمام لوله ها هم سطح آب ظرف

مثال :اگر سطح داخلی یک لوله موئین را چرب کنیم و آن را درون ظرف پر از آبی فرو ببریم، در این صورت سطح آب در لوله موئین دارای ....و سطح آن نسبت به سطح آب در ظرف دارای..... است

الف) برآمدگی_ فرورفتگی ب) برآمدگی_برآمدگی ج) فرورفتگی_فرورفتگی د) فرورفتگی_ برآمدگی

فشار در شاره ها:



کلمه شاره به مایعات و گازها اطلاق می شود. برای محاسبه ی فشار در نقطـه ای از شاره، به این صورت عمل می کنیم که مطابق شـکل دیسـکی از آب در نظـر مـی گیریم. اختلاف فشار بین بالا و پایین دیسک، فشار ناشی از وزن دیسک آب است. یعنی: $\Delta P = P_2 - P_1 = \frac{F}{A} = \frac{mg}{A}$

حال با استفاده از رابطه ی چگالی به جای جرم خواهیم داشت: $\Delta P = \frac{\rho V g}{A}$

حجم دیسک از رابطه ی $V = Ah$ بدست می‌آید، در نتیجه: $\Delta P = \rho g h$

اگر فشار در سطح آب را فشار هوا (P_0) در نظر بگیریم، در عمق h از یک مایع می توانیم بنویسیم:

$P = P_0 + \rho g h$ $\quad P - P_0 = \rho g h$

به $\rho g h$ فشار پیمانه ای گفته می شود.

نکتـه : در یک شاره ی ساکن همگن (شاره ای که چگالی در تمام نقـاط آن یکسـان است) ، اختلاف فشار تنها به ارتفاع ستون شاره بستگی دارد. به عنـوان مثـال بـه شکل روبرو دقت کنید. به دلیل اینکه مایع ساکن است ارتفاع آن در دو ستون با هم یکسـان است و به شکل ظرف بستگی ندارد.

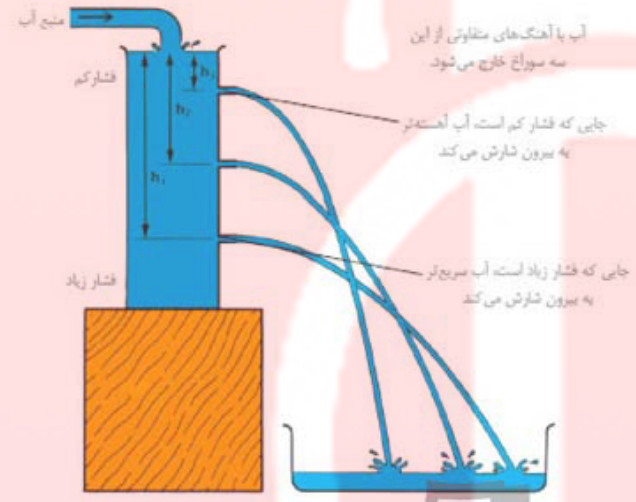
در مایعات به دلیل تراکم ناپذیر بودن آنها، چگالی تقریباً در تمام نقاط یکسان اسـت و همیشه می توانیم از رابطه ی $\Delta P = \rho g h$ استفاده کنیم. ولی در گازها باید در هنگام استفاده از این فـرمـا . دقت کنیم. به عنوان مثال چگالی هوا، وقتی به سمت بالا حرکت می کنیم کاهش می یابد.

مثال‌حل شده: اگر فشار هوا را در سطح یک استخر ۱ اتمسفر در نظر بگیریم، فشار پیمانه ای وکل وارد بر شناگری در عمق ۴ متر، چقدر است؟

پاسخ:هر یک اتمسفر تقریباً برابر است با $۱۰^5 pa$ چگالی آب را $۱۰۰۰ \frac{Kg}{m^3}$ در نظر می گیریم.

$$P = \rho g h = ۱۰۰۰ \times ۱۰ \times ۴ = ۴ \times ۱۰^4 pa$$

$$P_{کل} = P_0 + P = ۱۰^5 + ۴ \times ۱۰^4 = ۱/۴ \times ۱۰^5 pa$$



تذکر: آزمایش مقابل نشان می دهد که فشار در مایعات با بیشتر شدن عمق افزایش می یابد

غواصی می خواهد در عمق ۱۰ متری زیر آب، در جعبه ای به مساحت ۲۰ سانتی متر مربع را که بیرون از آب بسته شده است، باز کند. نیروی لازم برای این کار را حساب کنید.

پاسخ:

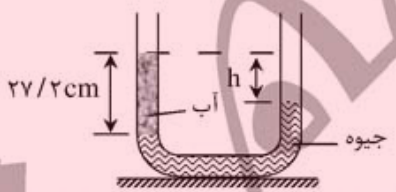
ابتدا فشار آب را در آن عمق حساب می کنیم، سپس نیرو را بدست می آوریم. چون جعبه بیرون از آب بسته شده ، فشار داخلی آن برابر فشار جو است و نیازی به نوشتن نیست.

$$P = \rho gh \Rightarrow P = ۱۰۰۰ \times ۱۰ \times ۱۰ = ۱۰^{۵}\ pa$$

$$P = \frac{F}{A} \Rightarrow ۱۰^{۵} = \frac{F}{۲۰\times۱۰^{-۴}} \Rightarrow F = ۲۰۰N$$

یعنی نیرویی معادل نگه داشتن یک جسم تقریباً ۲۰ کیلوگرمی!

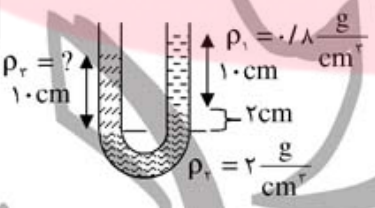
سوال: در شکل مقابل ارتفاع جیوه را به دست آورید؟



(آب $\rho = ۱ \frac{g}{cm^{۳}}$ و جیوه $\rho = ۱۳/۶ \frac{g}{cm^{۳}}$

مثال: در شکل مقابل سه مایع مخلوط نشدنی

در حال تعادل اند $\rho_۲$ چند گرم بر سانتیمتر مکعب است؟



مثال:

اختلاف فشار هوا را در پایین و بالای اتاقی به ارتفاع m۳ حساب کنید.

حل: اگر فشار هوا در سقف اتاق را با $p_۱$ و در کف اتاق را با $p_۲$ نشان دهیم، اختلاف فشار هوا بین پایین و بالای اتاق برابر است با

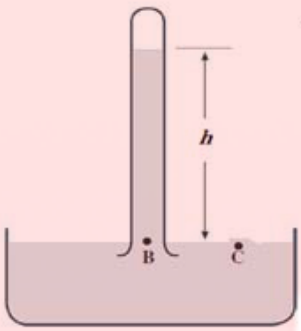
$$\Delta p = p_۲ - p_۱ = \rho g h_۲ - \rho g h_۱ = \rho g h$$

که در آن h ارتفاع اتاق است. بنابراین

$$\Delta p = (۱/۳ kg/m^{۳})(۱۰ N/kg)(۳m) = ۳۹Pa$$

همان طور که دیده می شود این اختلاف فشار در مقایسه با فشار هوای اتاق، یعنی $۱۰^{۵}$Pa، بسیار ناچیز است. در نتیجه با تقریب بسیار خوبی می توان فشار هوا را در تمام نقطه های یک اتاق یا ظرفی که محتوی مقداری هوا یا هر نوع گاز دیگری است یکسان در نظر گرفت.

جوسنج جیوه ای:



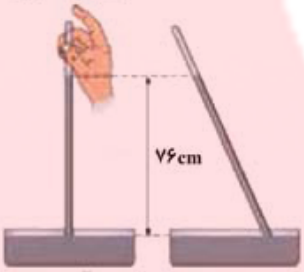
این وسیله اختراع اوانجلیستا توریچلی است و ساختمان آن به این صورت است که درون یک لوله ی بلند، حدود ۱ متر، جیوه می ریزیم تا پر شود. آنرا به صورت وارونه در یک تشت پر از جیوه مطابق شکل مقابل قرار می دهیم. فشار هوای وارد بر جیوه در تشت، اجازه ی خروج تمام جیوه از لوله به تشت را نمی دهد. جیوه در لوله تاحدی پایین می آید و در قسمت خالی بالای لوله تنها مقدار کمی بخار جیوه وجود دارد. اگر از بخار جیوه چشم پوشی کنیم ، می توان فرض کرد آنجا خلأ است و فشار آن صفر است.

با توجه به نکته ی ۲ می توان فرض کرد که فشار در دو نقطه ی **B** و **C** با هم برابر است

از آنجا که فشار وارد بر نقطه ی **B** فشار ناشی از ستون جیوه و فشار واردبر نقطه ی **C** فشار جو است، می توانیم بنویسیم:

$$\left.\begin{matrix} P_A = P_B \\ P_A = P_\circ \\ P_B = \rho gh \end{matrix}\right\} \Longrightarrow P_\circ = \rho gh$$

مثال:



الف) اگر در آزمایش توریچلّی لوله را از وضعیت قائم اندکی کج کنید، سطح جیوه در لوله بالا می رود ولی ارتفاع قائم جیوه در لوله تغییر نمی کند. علت را توضیح دهید.
ب) برای لوله غیرمویین، اگر سطح مقطع لوله تغییر کند، ارتفاع ستون جیوه تغییر نمی کند. علت را توضیح دهید
پ) چرا توریچلّی در آزمایش خود ترجیح داد به جای آب از جیوه استفاده کند؟

در شتاب گرانشی استاندارد یعنی $g = ۹/۸۰۶۶۵ \frac{N}{Kg}$ و در دمای صفر درجه ی سلسیوس، ارتفاع جیوه در سطح آب های آزاد دقیقاً ۷۶ سانتی متر است، که آن را ۱ اتمسفر می نامیم. در این دما چگالی جیوه برابر است با $۱۳۵۹۵ \frac{Kg}{m^۳}$.
پس **۱atm** برابر است با:

$$P = \rho gh = ۱۳۵۹۵ \times ۹/۸۰۶۶۵ \times ۷۶ \times ۱۰^{-۲} = ۱۰۱۳۲۴/۲۶۹۱۳ pa$$

در عمل هر $۱۰^۵$ پاسکال، یک اتمسفر در نظر گرفته می شود. بدلیل ساختار جوسنج جیوه ای یا جوسنج توریچلی، اصطلاحات میلی مترجیوه و سانتی متر جیوه نیز به عنوان واحد فشار به کار می روند. باید خاطرنشان کنم که این ها واحد فشار نیستند و باید آنها را به کمک فرمول ۷ به پاسکال تبدیل کرد.

مثال‌حل شده :در اخبار گفته می شود فشار هوا در شهری برابر است با ۷۵ سانتی متر جیوه. این فشار را به پاسکال و اتمسفر بنویسید. پاسخ:

$$g = ۱۰ \frac{N}{kg} \cdot \rho_{Hg} = ۱۳۶۰۰ \frac{Kg}{m^۳}$$

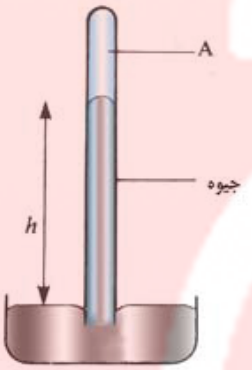
$$P = \rho gh = ۱۳۶۰۰ \times ۱۰ \times ۰/۷۵ = ۱۰۲۰۰۰ pa$$

یکاهای فشار: یکای اصلی فشار، نیوتون بر مترمربع($N / m^۲$) یا پاسکال(**Pa**) است. اما یکاهای دیگری نیز مانند اتمسفر یا جو(**atm**)، بار(**bar**)، سانتی مترجیوه (**cmHg**) و میلی مترجیوه (**mmHg**) وجود دارند که رابطه آنها با یکدیگر به صورت زیر است:

$۱ (bar) = ۱۰^۵ (Pa)$ $۷۶ (cmHg) = ۱ (atm)$

$۱ (cmHg) \approx ۱۳۳۰ (Pa)$ $۱ (atm) = ۱/۰۱ \times ۱۰^۵ (Pa)$

مثال:



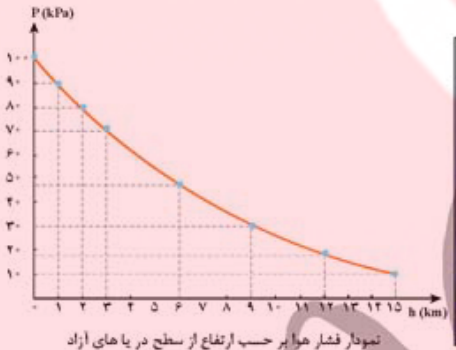
الف: شکل مقابل چه نام دارد؟

ب: در قسمت A چه چیزی وجود دارد؟

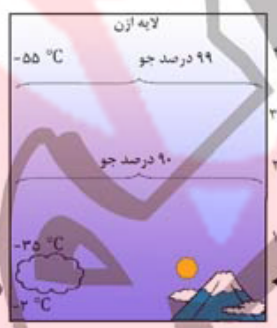
ج: هر گاه ارتفاع h برابر ۷۰ سانتی متر باشد فشار هوا در محل جو سنج را به دست آورید؟

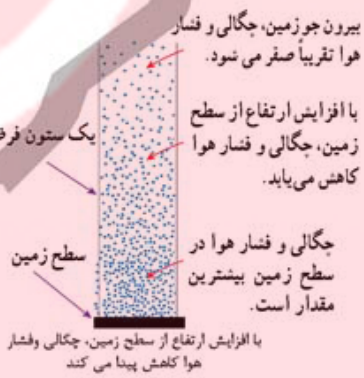
$$\rho_{\text{جیوه}} = ۱۳۶۰۰ \text{kg/m}^۳ \text{ و } g = ۱۰ \text{N/kg}$$

تذکر:همان طور که گفتیم، ما در کف اقیانوسی از هوا زندگی می کنیم و هوای جو نیز مانند آب موجود در یک دریاچه، وزن خود را بر سطح زمین تحمیل و فشار وارد می کند. فشار هوا در سطح دریاهای آزاد تقریباً ۷۶ سانتی مترجیوه است. با افزایش ارتفاع از سطح زمین فشار هوا کاهش می یابد. بدین ترتیب که تا ارتفاع دو کیلومتری از سطح زمین به ازای هر ۱۰ متر ارتفاع یک میلی مترجیوه از فشار هوا کاسته می شود. زیرا با افزایش ارتفاع از سطح زمین ، چگالی هوا مطابق شکل ونمودار زیر کاهش پیدا می کند که علت این امر وجود نیروی جاذبه زمین است که باعث می شود لایه های زیرین شاره نسبت به لایه های فوقانی آن متراکم تر شده در نتیجه چگالی وفشار هوا در ارتفاعات کم شود



نمودار فشار هوا بر حسب ارتفاع از سطح دریا های آزاد

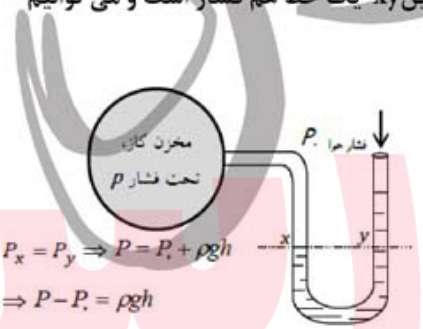




فشارسنج(*manometer*) : فشارسنج ها، ابزاری هستند که برای اندازه گیری فشار مایعات و گازها مورد استفاده قرار می گیرند. فشارسنج ها به رو ش های مختلفی ساخته می شوند و اساس کار آنها نیز متفاوت است

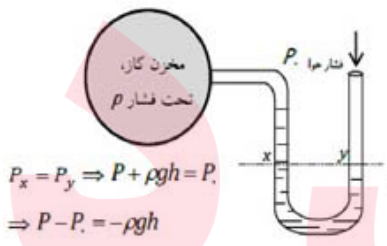
فشارسنج U شکل(U-shaped manometer): این نوع فشارسنج، لوله U شکلی است که درون آن مقداری جیوه)یا مایع مناسب دیگر(ریخته شده و یک انتهای آن به مخزنی که می خواهیم فشار گاز درون آن را اندازه بگیریم متصل است. انتهای دیگر لوله می تواند بسته یا باز باشد.

الف) فشارسنج با انتهای باز: مطابق هر کدام از شکل های زیر، خط نقطه چین xy یک خط هم فشار است و می توانیم بنویسیم:



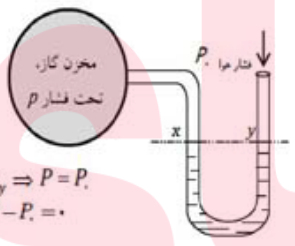
$P_x = P_y \Rightarrow P = P_۰ + \rho gh$

$\Rightarrow P - P_۰ = \rho gh$



$P_x = P_y \Rightarrow P + \rho gh = P_۰$

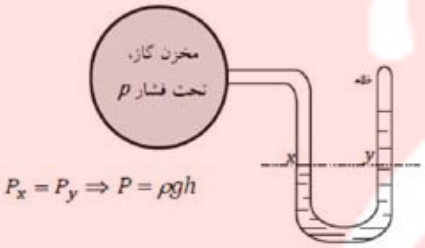
$\Rightarrow P - P_۰ = -\rho gh$



$P_x = P_y \Rightarrow P = P_۰$

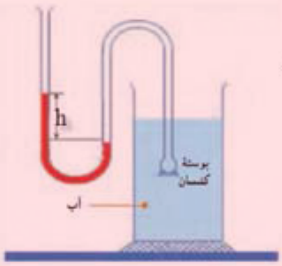
$\Rightarrow P - P_۰ = ۰$

ب)فشارسنج با انتهای بسته: در این حالت ارتفاع ستون جیوه به تنهایی نشان دهنده فشار مخزن گاز است:



$P_x = P_y \Rightarrow P = \rho g h$

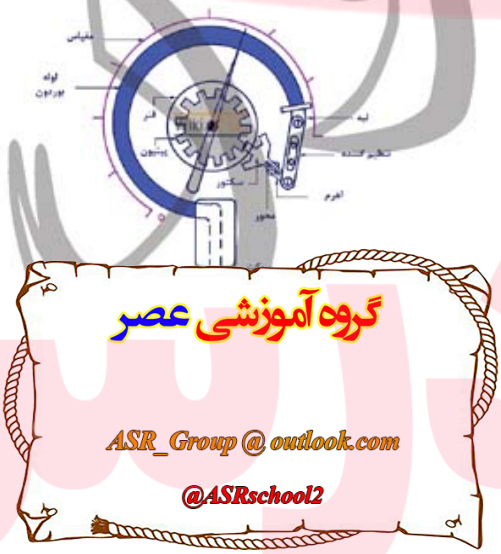
فشار پیمانه ای(*gauge pressure*): کمیت $P_{.} - P$ یعنی اختلاف فشار مخزن با هوا را فشار پیمانه ای می گویند. فشار پیمانه ای برخلاف فشار مطلق(مخزن یا هوا که همواره مثبت اند، می تواند مقادیر منفی را هم به خود بگیرد. فشار پیمانه ای منفی به معنای آن است که فشار مخزن از فشار هوا کمتر است. در فشارسنج با انتهای بسته فشار پیمانه ای با فشار مطلق برابر است.



با انجام دادن آزمایش مقابل می توان نشان داد که فشاری که یک مایع در یک عمق معین به سطح وارد می کند به عمق مایع وابسته بوده و مستقل از جهت سطح درون مایع است

فشار سنج بوردن:

برای اندازه گیری فشارهای زیاد از فشار سنج بوردن استفاده می شود که در داخل آن لوله خمیده ای است که یک انتهای آن بسته و سر دیگر آن به سیالی که اندازه گیری فشار آن مد نظر است وصل است.این لوله **C** شکل است و انتهای بسته آن برای حرکت آزاد است وجود فشار بیش از فشار جو در داخل لوله باعث می شود که لوله تا اندازه ای که میزان آن به فشار نسبی داخل لوله وابسته است راست شود. حرکت ناشی از انتهای آزاد از طریق یک مکانیسم عقربه ای که روی وجه جلویی ابزار اندازه گیری را می چرخاند. اندازه این چرخش عقربه درجه بندی می شود تا فشار نسبی خوانده شود. جهت و مقدار حرکت عقربه به جهت و مقدار تغییر انحنای لوله بستگی دارد. فشار سنج های بوردون برای اندازه گیری فشارهای بیشتر و کمتر از اتمسفر به کار می روند. فشار سنج های طراحی شده برای اندازه گیری فشارهای کمتر از اتمسفر را گیج های فشار و فشارسنج های طراحی شده برای اندازه گیری فشارهای کمتر از اتمسفر را فشار سنج خلایی می نامند
از این فشار سنج در مخازن ولوله های گاز یا لاستیک وسایل نقلیه استفاده به عمل می آید



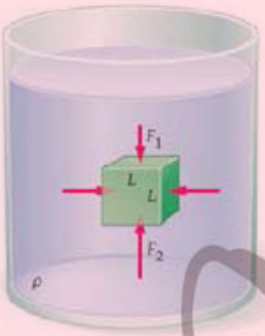
گروه آموزشی عصر
ASR_Group @ outlook.com
@ASRschool2

شناوری و اصل ارشمیدس:

آیا تاکنون از خود پرسیده‌اید که چگونه کشتی‌های عظیم بر روی آب شناور می‌مانند آن هم در حالی که یک میخ آهنی کوچک در آب فرو می‌رود؟ این پدیده و بسیاری دیگر از پدیده‌های مشابه با این که معماگونه به نظر می‌رسند اما به کمک اصل شناور سازی ارشمیدس به آسانی قابل توضیح هستند. در این جا این سؤال مطرح می‌گردد که اصل شناور سازی ارشمیدس چه می‌گوید؟

تعریف اصل شناور سازی:

اصل ارشمیدس بیان می‌کند که هر شیء‌ی که به طور کامل یا جزیی در یک ماده‌ی سیال فرو می‌رود برابر با وزن میزان ماده‌ی سیال که توسط آن شیء جا به جا می‌شود در معرض فشار رو به بالا قرار می‌گیرد. در این جا منظور از "ماده‌ی سیال" همه مایعات و گازها می‌باشد. هنگامی که یک شیء کاملاً در یک ماده‌ی سیال فرو می‌رود، وزن ماده‌ی سیال جا به جا شده توسط شیء کم‌تر از وزن خود شیء است. از سوی دیگر، برای آن که شیء بر روی ماده‌ی سیال شناور بماند وزن ماده‌ی سیال جابجا شده توسط شیء بایستی برابر با وزن شیء باشد. در این جا فشار رو به بالا که به شیء وارد می‌شود نیروی شناوری نامیده می‌شود.



برای بررسی عامل فیزیکی نیروی شناوری ، جسمی مکعب شکل به ضلع L در نظر می گیریم که درون شاره ای مانند آب به چگالی ρ غوطه ور است هرگاه فلش ها نشان دهنده نیرئ های وارد بر جسم باشند نیروهای افقی یکدیگر را خنثی می کنند وبرای نیروهای عمودی خواهیم داشت:

$$F_1 = p_1 A \text{ و } F_2 = p_2 A$$

حال به کمک رابطه $P_2 = P_1 + \rho gh$ و $L=h$ می توان نوشت:

$$F_2 = p_2 A = (p_1 + \rho gL)A = p_1 A + \rho gAL = F_1 + \rho gV$$

حال می توان فرمول شناوری وارد بر جسم غوطه ور را به دست آورد:

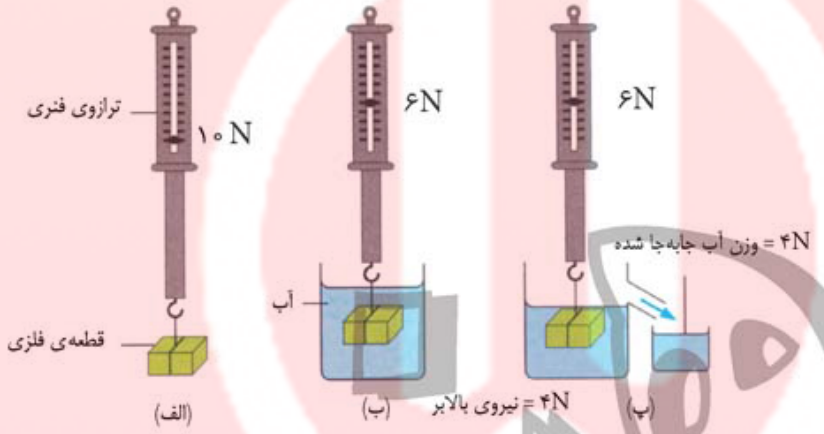
$$F_b = F_2 - F_1 = \rho gV$$

در رابطه ρ چگالی شاره و V حجم جسم و g شتاب جاذبه است ، وحجم جسم غوطه ور برابر حجم شاره جابه جا شده است

با توجه به معادله‌ی بالا می‌توانیم نتیجه بگیریم که جسم در هر یک از دو شرایط زیر بایستی در سیال شناور بماند:

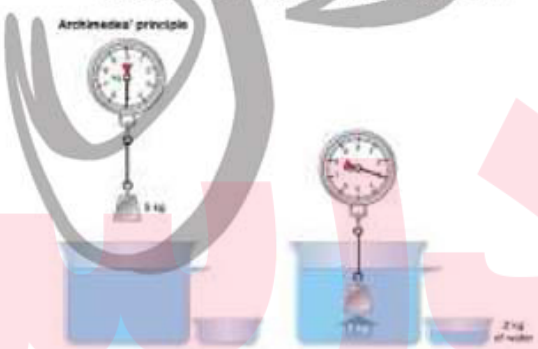
۱-چگالی جسم کمتر از چگالی سیال باشد.

از نیروی بالابری است که از طرف آ ب‌به قطعه وارد شده است. اگر ظرفی لوله دار مطابق‌شکل پ تهیه کنیم به طوری که تا سطح لوله دارای آب باشد،با فرو کردن قطعه درون آن، آب اضافی از طریق‌لوله به ظرف دیگری می ریزد. وزن آب خارج شده N۴ است که‌دقیقاً برابر نیرو بالا سویی است که از طرف آب به‌قطعه وارد می شود. انجام این آزمایش با مایع های دیگر و حتی گازها به همین نتیجه ی کلی می انجامد که به آن اصل ارشمیدس گفته می شود.



مثال زیر به درک بهتر این موضوع کمک می‌کنند.

مثال اول: دو مکعب دارای ابعاد یکسان را در نظر بگیرید که یکی از چوب پنبه و دیگری از آهن جامد درست شده است. اگر آنها را بر روی سطح آب قرار دهید چه اتفاقی می‌افتد؟ مکعب آهنی در آب فرو خواهد رفت در حالی که مکعب چوب پنبه‌ای به راحتی بر روی آب شناور باقی می‌ماند. حالا یک میخ و یک کشتی را در نظر بگیرید که هر دو از آهن ساخته شده‌اند. میخ در آب فرو می‌رود اما کشتی با مسافران و بارش بر روی آب شناور می‌ماند. در مثال اول، مکعب آهنی در آب فرو می‌رود در حالی که مکعب چوب پنبه‌ای بر روی آب شناور می‌ماند، زیرا چگالی آهن بیشتر از چگالی آب است اما چگالی چوب پنبه کمتر از چگالی آب است. به همین دلیل است که شنا کردن در دریا راحت‌تر از شنا کردن در رودخانه است. آب دریا به خاطر نمک‌های حل شده در آن از چگالی بیشتری برخوردار است. حالا بیایید به مثال میخ و کشتی بپردازیم. هنگامی که میخ را در آب قرار می‌دهید وزن آب جا به جا شده توسط میخ کمتر از وزن خود میخ است. به بیان دیگر، نیروی شناوری وارد شده به میخ (که برابر با وزن آب جا به جا شده توسط میخ است) کمتر از وزن میخ است و در نتیجه میخ در آب فرو می‌رود. با این حال، هنگامی که می‌بینید یک کشتی عظیم بر روی آب شناور است متوجه می‌شوید که میان تهی و تو خالی است، یعنی این که از هوا پر شده است. این امر باعث می‌شود میانگین چگالی کشتی کمتر از میانگین تراکم آب باشد. در نتیجه، هنگامی که تنها قسمت کوچکی از کشتی در آب فرو می‌رود وزن جا به جا شده توسط آن برابر با نیروی شناوری می‌شود و کشتی بر روی آب شناور می‌ماند. بر این اساس، می‌توانیم نتیجه بگیریم که برای این که جسمی بر روی آب یا هر سیال دیگری شناور بماند وزن سیال جا به جا شده توسط جسم بایستی برابر با وزن آن جسم باشد. به عبارت دیگر، هرچه وزن جسم بیشتر باشد برای اینکه شناوربماندبایدحجم بیشتری از سیال را جا به جا نماید.

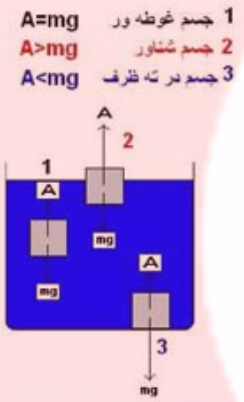


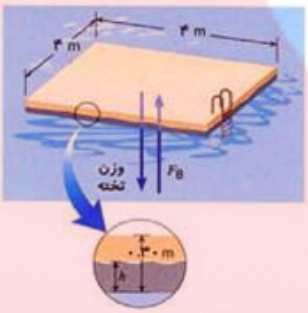
مثال دوم: توجه کنید. تصور کنید که یک توپ آهنی ۵۰ نیوتن وزن دارد. هنگامی که ریسمانی به توپ بسته می‌شود و توپ در آب فرو می‌رود وزن آب جا به جا شده توسط توپ به عنوان مثال۲۰ نیوتن است. بنابراین، توپ در معرض نیروی شناوری برابر با ۳۰نیوتن قرار می‌گیرد. این امر بدان معنا است که ریسمان متصل به توپ آهنی در معرض نیروی رو به پایین برابر با۳۰ نیوتن (۵۰ منهای۰ ۲مساوی با ۳۰) قرار می‌گیرد. بنا بر این، می‌توان نتیجه گرفت که هنگامی که توپ در آب فرو می‌رود وزن آن کاهش می‌یابد. این وزن کاهش

یافته‌ی توپ وزن ظاهری نامیده می‌شود. از این روی، اصل ارشمیدس را می‌توان به این شکل بیان نمود:وزن کاهش یافته‌ی جسم در آب (وزن ظاهری)= وزن جسم منهای وزن سیال جا به جا شده

حال سوال این است: به نظر شما در سیاره ای که شتاب گرانشی ۵ برابر زمین است،نیروی شناوری یک جسم قرار گرفته در یک سیال مشخص چه تغییری می کند؟

با توجه به شکل زیر می توان گفت در چه صورتی جسم شناور، غوطه ور یا ته نشین خواهد شد.





مثال:

مثال:یک تخته مربع شکل به ابعاد ۴×۴ متر و به ضخامت ۰/۳متر در اختیار است.

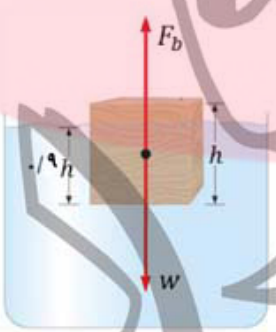
الف) تعیین کنید آیا این تخته بر روی آب شناور می‌ماند یا نه؟

ب) اگر شناور می‌ماند تا چه ارتفاعی در آب فرو می‌رود؟

برای تعیین این که آیا جسم در آب فرو می‌رود کافی است وزن آن را با حداکثر نیروی شناوری مقایسه کنیم حداکثر نیروی شناوری برابر وزن مایع هم حجم جسم می‌باشد. اگر مطمئن شدیم که جسم شناور می‌ماند آن گاه مقدار **h** که جسم در مایع فرو می‌رود بر اساس برابری نیروی شناوری با وزن جسم قابل محاسبه است.

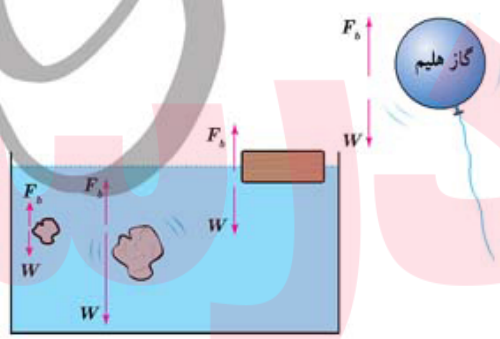
مثال:

هرگاه مطابق شکل یک قطعه چوب بر روی آب شناور باشد و۹۰درصد آن درون آب قرار داشته باشد چگالی چوب را به دست آورید



مثال:

در شکل روبه رو، نیروی شناوری Fb و نیروی وزن W وارد بر چند جسم نشان داده شده است. باتوجه به نیروی خالص وارد بر هر جسم، وضعیت آن را به‌کمک یکی از واژه های شناوری، غوطه وری،فرورفتن و بالارفتن توصیف کنید.



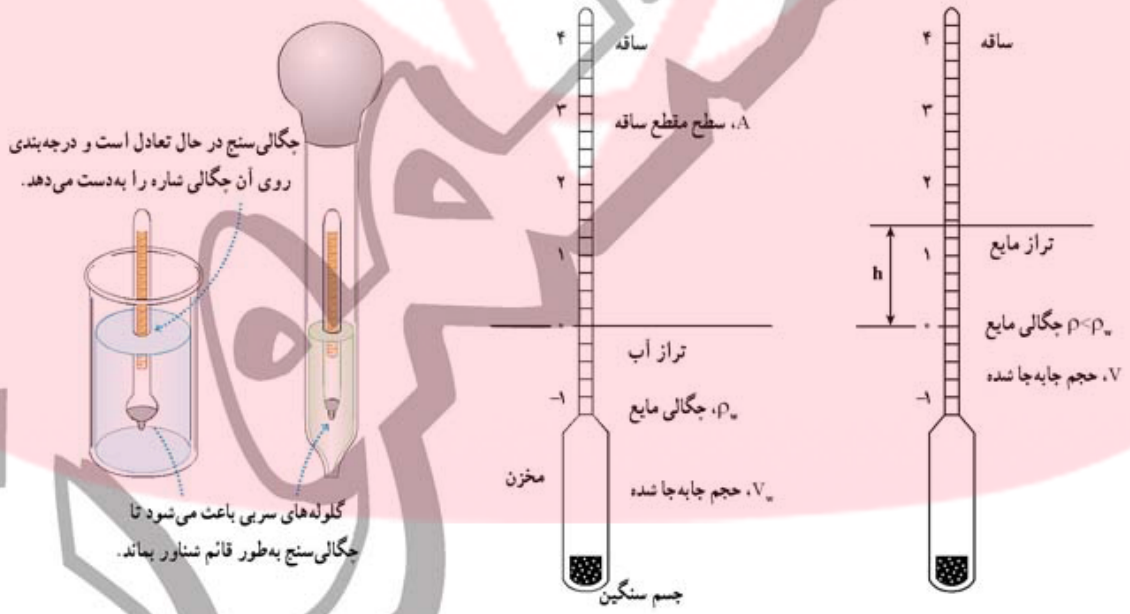
چگالی سنج (هیدرومتر):

چگالی سنج، ابزاری برای اندازه گیری چگالی یا گرانی ویژه ی مایعات است. چگالی سنج متشکل است از مخزنی شیشه ای که محتوی جسم سنگینی است، وبه ساقه ی باریک یکنواختی که درجه بندی شده است متصل می شود. هنگامی که چگالی سنج را در مایع قرار می دهند، چنان شناور می شود که فقط قسمتی از ساقه ی درجه بندیه از مایع بیرون می ماند. درجه ای که هر تراز با سطح مایع قرار می گیرد، مقدار چگالی مایع را نشان می دهد.

کارکرد چگالی سنج:

چگالی سنج بر این اساس کار می کند که بر هر جسمی، هنگام غوطه ور شدن در مایع،نیروی بالابری وارد می شود که مساوی با وزنِ مایعِ جابه جا شده است اصل ارشمیدس(. وزن مایع جابه جا شده برابر است با حاصل ضرب چگالی مایع در حجم مایع جابه جا شده در شتاب گرانی g. شکل زیر، دو چگالی سنج یکسان را نشان مـی دهد که در دو مایع متفاوت غوطه ور شده اند: آب با چگالی $w\rho$، و مایع دیگری با چگالی کمتر ρ. در هر دومورد، وزن چگالی سنج با نیروی بالابر خنثی شده است. برای خنثی شدن وزن چگالی سنج باید حجم بیشتری از مایع با چگالی کمتر جابه جا شود؛ و به این ترتیب، ساقه در شکل سمت راست به مقدار h بیشتر در مایع فرو خواهد رفت

کاربردها: استفاده از چگالی سنج ها شامل موارد زیر است: آزمودن موادی مانند نفت خام، شیر، و نوشابه های الکلی؛ اندازه گیری غلظت محلول ها؛ آزمودن وضعیت پر و خالی بودن باتری های سرب ـــ اسیدی؛ و آشکارسازی موردنیاز برای ابزارهای کنترل. برای آن که نتیجه ی دقیقی حاصل شود، مایعات مورد بررسی باید در دمایی باشند که‌در‌آن چگالی سنج را درجه بندی کرده ایم.

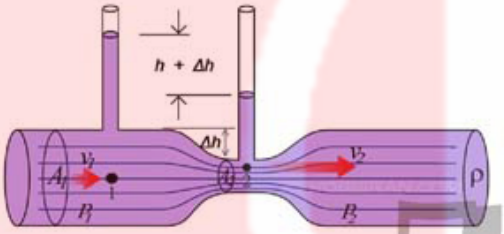


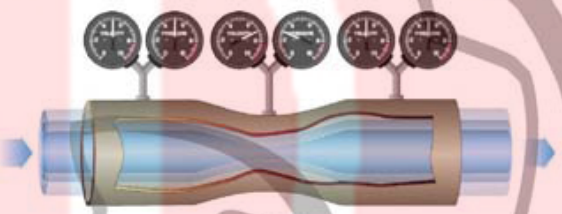
چگالی سنج‌های یکسانی در دو مایع متفاوت شناور شده‌اند.

وزن چگالی سنج = $g\rho V$ = $g\rho_w V_w$

شاره در حال حرکت واصل برنولی

(در قرن هجدهم میلادی زندگی می کرد، او دانشمند و ریاضی دان ۱۷۸۲- ۷۰۰ادانیل برنولی دانشمند بزرگ) سوئیسی بود که این پدیده را کشف کرد. شرح این پدیده به صورت زیر است وقتی مایع یا گازی در حال حرکت است، فشار کم می شود: و هنگامی که این حرکت سریع تر می شود، فشار به شدت کاهش می یابد به همین دلیل وقتی انگشتان خود را جلوی لوله آب میگریم عملا مسیر عبور آب را تنگ میکنیم ، در نتیجه سرعت حرکت آب . بیشتر شده و مسیر طولانی تر را طی می کند
تصویر زیر لوله ونتوری نام دارد که برای آزمایش فوق طراحی شده است





همانگونه که در تصویر بالا مشاهده میکنید فشار هوا در منطقه A1 بیشتر و سرعت کم است زیرا توانسته آب را در لوله بالایی به ارتفاع بالاتری ببرد . اما در منطقه 2A لوله تنگ می شود سرعت آب زیاد شده و در نتیجه فشار کم شده و سطح آب کمتر بالا میرود . این آزمایش به ما نشان میدهد که در این نقطه فشار کم شده است .

برنولی همچنین متوجه شد که این اصل نه تنها برای مایع ها، بلکه برای گازها نیز برقرار است. اصل برنولی برای شاره ای که به طور لایه ای و در امتداد افق حرکت می کندبه صورت زیر بیان می شود:

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

آهنگ‌جریان‌شاره:

شکل زیر جریان یکنواخت شاره ای را نشان می دهد که با تندیv درون لوله ای با سطح مقطع Aدر حرکت است.

آهنگ جریان شاره درون یک لوله، به صور تنسبت حجم شاره جابه جا شده به زمان تعریف می شود.

حجم این بخش شاره برابر AL است.

اگر در مدت زمان t، حجم معینی از شاره)AL(از مقطع A این لوله عبور کند، آهنگ جریان شاره از این مقطع فرضی، از رابطه زیر به دست می آید:

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

تذکر:

نسبت مسافت به زمان (L/ t) در حرکت یکنواخت شاره، برابر تندی شارهv است.

معادلهٔ پیوستگی:

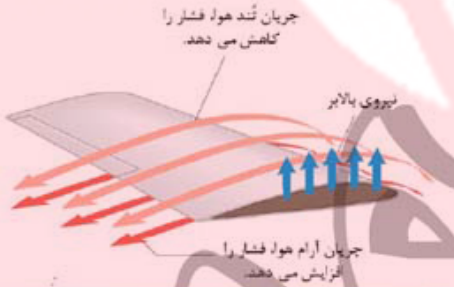
شکل زیرشاره ای با جریان لایه ای را نشان می دهد که در لوله ای با دو سطح مقطع متفاوت، در شاره، حالت پایا و در مدت زمان یکسان، جرم یکسانی از حرکت است. دراز هر سطح مقطع دلخواه لوله می گذرد.

دریک شاره تراکم نابذیر، مقدار شاره ای که در زمان t از سطح مقطع A_1 می گذرد درست برابر مقدار شاره ای است که در همین زمان از سطح مقطع A_2 می گذرد.

از این موضوع، به سادگی می توان به معادله پیوستگی برای شاره تراکم ناپذیر دست یافت که به صورت زیر بیان می شود:

$$A_1v_1 = A_2v_2$$

آئرودینامیک پرواز



با استفاده از اصل برنولی که منشأ نیروی بالا بر هواپیما را نیز به آسانی می توان توضیح داد. شکل بال هواپیما زاویه پیشروی آن تعیین طرز کج شدن بال نسبت به جریان هوا(طوری طراحی) می شود که سرعت جریان هوا از روی بال بیشتر از سرعت جریان هوا در زیر بال باشد. بنابراین فشار هوا در زیر بال از فشار هوای روی بال بیشتر می شود. این اختلاف فشار باعث می شود تا نیروی .شما می توانید با منحنی کردن یک برگ کاغذ و فوت کردن به سطح منحنی آن مشابه چنین فرآیندی را ببینید. در این حالت برگه کاغذ به سمت بالا پرواز می کند. در ماشینهای مسابقه یا سرعت بالا ، برای جلوگیری از پرواز ماشین، طراحی برعکس هواپیما صورت می گیرد و به ویژه یک قطعه بال مانند در پشت بالا برنده بر هواپیما وارد شودماشین قرار داده می شود که برعکس بال هواپیما عمل می کند و در سرعتهای بالا، ماشین را به سمت پایین هل می دهد. اکنون شما بگویید که نقش بالچه هواپیما که در بالهای عقاب نیز دیده می شود ، چیست؟

چرا در جاده ها ماشین های سبک که در حال سبقت از کامیون هستند به سمت کامیون کشیده می شود و ممکن است تصادف رخ دهد ؟

در هر یک از دستان خود یک برگه کاغذ بگیرد به گونه ای که قسمت دیگر آن آزاد باشد،حال میان این دو صفحه کاغذ را فوت کنید تا هوا با سرعت بیشتری در این میان جریان یابد،چه روی می دهد ؟

حال یکی از برگه ها را سنگین تر از دیگری انتخاب کنید مثلا یک کارتن و یک کاغذ سبک و بین آنها را فوت کنید اکنون چه روی می دهد؟به نظر شما علت چیست ؟

در حقیقت وقتی شما بین دوکاغذ را فوت می کنید جریان هوا با سرعت بیشتری میان صفحات برقرار می شود از این رو بر اساس اصل برنولی باید فشار ناحیه ای که سرعت هوا در آن بیشتر است کاهش یابد.از سوی دیگر فشار در فضای آزاد بیرون همان فشار هوا می باشد.بنابراین چون حرکت همواره از فشار بیشتر به سمت فشار کمتر است کاغذ ها به هم نزدیک می شوند.اما هنگامی که یک از برگه ها سنگین تر از دیگری است،طبق قانون سوم نیوتن نیروی وارد شده به هر یک از برگه ها برابر می باشد.طبق قانون دوم نیوتن برای دوجسم در صورتی که نیروی یکسانی به آنها وارد شود،جسمی که جرم بیشتری دارد شتاب کمتری پیدا می کند و کمتر جابه جا می شود و یا بر اساس اصل پایستگی تکانه خطی جسمی که جرم بیشتری دارد سرعت کمتری یافته و کمتر جابجا می شود.از این رو در دمیدن میان دو کاغذ که یکی سنگین تر از دیگری است کاغذ سبک تر به سرعت به طرف کاغذ سنگین تر حرکت کرده و جذب آن می شود و این علت فاجعه تصادف میان کامیون و ماشین های سبک و کوچک می باشد !

کاربردهای اصل برنولی :

از نمونه‌های مهمی که از کارکرد اصل برنولی می‌توان نام برد، طرز کار کاربراتور در بسیاری از موتورهای بنزینی است. هوا از طریق مجرای گشاد کاربراتور به داخل موتور جریان می‌یابد. اما وقتی مجرا تنگتر می‌شود. سرعت هوا زیاد و فشار آن کم می‌شود. بنزین در محل تنگتر مجرا وارد کاربراتور می شود. از آنجا که مخزن بنزین دارای فشار جو است، ولی مجرای تنگ کاربراتور فشار کمتری دارد. بنزین از طریق مجرای تنگ به درون کاربراتور می‌رود و در آنجا با هوا مخلوط می‌شود تا مخلوط قابل احتراقی از بنزین و هوا بوجود آید .

اندکی به موارد زیر فکر کنید و ببینید با این پدیده ها آشنا هستید :

- هنگامی که دو ماشین با سرعت از کنار هم رد می شوند صدایی را می شنوید .
- وقتی بروی یک کاغذ صاف فوت می کنید کاغذ به طرف بالا حرکت می کند .
- وقتی در حمام شیر آب را کاملا باز کنید پرده حمام به سمت شما کشیده می شو د.
- در هوای بارانی یا بادی ممکن است چتر شما به طرف بالا حرکت کند .
- شلنگ آتش نشانی وقتی آب از آن فوران نمی کند کلفت است
- در روزهای بادی ارتفاع موجهای دریا بیشتر می شو د.
- چرا هواپیما به پرواز در می آید .
- چرا برای کشتی هایی که از کنار هم رد می شوند احتمال برخورد وجو د دارد.
- چرا نباید ماشین های کوچک و سبک از کنار کامیون های بزرگ با سرعت زیاد عبور کنند .
- چرا هنگامی که دو قطار از مقابل هم عبور می کنند سرعت خود را کم می کنند ؟

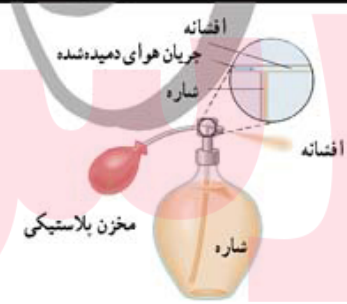
سو ال:

دلیل علمی هر کدام از شکلهای زیر را به کمک اصل برنولی توضیح دهید

الف)

ب)

ج)



گروه آموزشی عصر
ASR_Group @ outlook.com
@ASRschool2