بعد یا دیمانسیون : مشخصه کمیت یک متغیر فیزیکی است

دیمانسیون واحدهای اصلی عبارتند از

طول L | جرم M | زمان T | دما Θ

تعدادی از دیمانسیون‌های واحدهای فرعی (مشتق شده از دیمانسیون واحدهای اصلی)

- لزجت دینامیک $ML^{-1}T^{-1}$
- وزن مخصوص $ML^{-2}T^{-2}$
- لزجت سینماتیک L^2T^{-1}
- مدول الاستیسیته حجمی $ML^{-1}T^{-2}$

مدول الاستیسیته (مدول بالک) ضریب گلشانی حجمی

در بررسی تحولات دینامیک ضریب تراکم‌پذیری حجمی از رابطه $k = -\frac{1}{V}\left(\frac{\partial V}{\partial p}\right)_T$ بدست آمده.

مدول بالک که خصلت عکس ضریب تراکم‌پذیری حجمی دارد از رابطه $K = \frac{-dp}{\left(\frac{dV}{V}\right)}$ بدست می‌آید.

دو برابر واحد اصلی

تغییر حجم بر اساس واحد حجم

مدول بالک بیان می‌کند که چه مقدار از تغییرات فشار واحد حجم چه میزان تغییر حجم داده است. بدیهی است که هر چه مدول بالک بیشتر باشد سیال تراکم‌ناپذیرتر است. هر چه که تراکم‌پذیری سیال کمتر باشد مدول بالک بدین معنی است که مقدار اندکی تغییر فشار باعث تغییر حجم کمی روی داده است. (مقاومت سیال در برابر تراکم نشان می‌دهد)

تراکم‌پذیری یا ناپذیری سیال را مشخص می‌کند

$K \uparrow P \uparrow$

مدول بالک گازهای ایده‌آل از رابطه زیر پیروی می‌کند

$$K = \rho RT$$

مدول بالک توسط رابطه زیر تعیین می‌شود

$$K = \frac{dP}{\frac{dV}{V}}$$

مثال) مایعی دارای لزجت $0.005 \frac{kg}{ms}$ و چگالی $850 \frac{kg}{m^3}$ می باشد مطلوب است لزجت سینماتیک در سیستم متریک (SI) و سیستم امریکایی و لزجت در سیستم امریکایی

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} = \frac{0.005}{850} = 5.88 \times 10^{-6} \frac{m^2}{s}$$

$$\nu = (5.88 \times 10^{-6} \frac{m^2}{s}) \left[\frac{1\,ft}{0.3048}\right]^2 = 6.331 \times 10^{-5} \frac{ft^2}{sec}$$

$$\mu = (0.005 \frac{kg}{m.s}) \left[\frac{1\,slug/ft.s}{47.9}\right] = 1.044 \times 10^{-4} \frac{slug}{ft.sec}$$

$1\,kg = 0.07\,slug$

$1\,kg = 15.4\,grain$

$1\,kg = 2.2\,lb$

$1\,kg = 35.27\,oz$

$1\,m = 3.28\,ft$

$1\,m = 0.0006\,mile$

$1\,m = 1.1\,yard$

$1\,m = 39.37\,in$

کشش سطحی

مولکولی که در داخل مایع قرار دارد از طرف سایر مولکولها قوت او نیروی قرار می گیرد. این نیروها در تمام جهات یکسان است و برآیند نیروها برابر صفر است. ولی مولکولی که در سطح قرار دارد و برآیند نیروها برابر صفر نیست. (جهت نیروهای وارد شده)

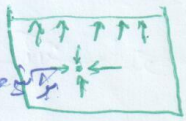
نیروی که به مولکولهای سطحی وارد می شود در نیروهای کشش سطحی می گویند.

و یا علامت σ نمایش می دهند. بنابراین نیروهای کشش سطحی نامی از نیروهای چسبندگی است.

واحد کشش سطحی $\frac{N}{m}$ می باشد و از آنجا که نیروی کشش سطحی بر واحد طول سطح وارد می شود.

مسائل برای یافتن مقدار نیروی بایست کشش سطحی را در طول سطح ضرب کرد.

نکته: با افزایش دما نیروی بین مولکولی (چسبندگی) کاهش می یابد لذا کشش سطحی کاهش می یابد.



واحد کشش سطحی $\frac{N}{m}$ یا $\frac{dyn}{cm}$ (اندازه بزرگ) است.

حل آندیک قطره: حد کامل سوال را در نظر بگیریم

P_v فشار بخار درون حباب

P_l فشار مایع

σ کشش سطحی فصل مشترک قطره و مایعی که قطره در آن وارد

r شعاع قطره

باشد از سوی نیروها داریم:

$$F = ma = mg = \rho v g$$

نیروی کشش سطحی = نیروی فشار

$$F = P \cdot A \qquad \pi r^2 (P_v - P_l) = 2\pi r \cdot \sigma$$

$$P_v - P_l = \frac{2\sigma}{r} \Rightarrow \Delta P = \frac{2\sigma}{r}$$ تعادل

$$\Delta P = \frac{\sigma}{r}$$ جت استوانه

$$\Delta P = \frac{4\sigma}{r}$$ حباب

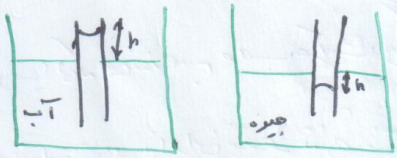
$2\sigma \times 2\pi R = \Delta P \times \pi R^2$

کشش سطحی: مقدار کاری است که باید جهت کشیدن و تمام اندازه‌گاه فاصله مولکول‌ها در داخل مایع در سطح آزاد مایل متصل شود و تمام اندازه واحد سطح، سطح مشترک جدید ایجاد شود.

$$F_\sigma = \sigma \times \text{طول}$$

نیرو

صعود و نزول مایع در لوله مویین



اگر سیستم نباشی یافته در شکل را در نظر بگیریم

۱- نیروی چسبندگی بین مایع و شیشه

۲- نیروی کشش سطحی

۱- نیروی چسبندگی بین مولکول‌های مایع با خود مایع)

که اگر نیروی چسبندگی بیشتر از نیروی کشش سطحی باشد

مایل در لوله مویین صعود می‌کند مثل آب

و اگر نیروی پیوستگی بین مولکول‌های مایع از نیروی چسبندگی بین مایع و شیشه بیشتر باشد مایع در لوله مویین نزول می‌کند مثل جیوه

سیال در لوله مویین تا جایی بالا می‌رود که وزن ستون مایع برابر نیروی کشش سطحی باشد

با توجه به این نکته ارتفاع صعود و نزول سیال در لوله مویین را به دست می‌آوریم:

نیروی کشش سطحی = وزن ستون سیال

$$\gamma \pi r^2 h = \sigma \cos\theta (2\pi r)$$

γ: وزن مخصوص

$\pi r^2 h$: حجم سیال در لوله مویین

$2\pi r$: محیط لوله مویین

σ: کشش سطحی

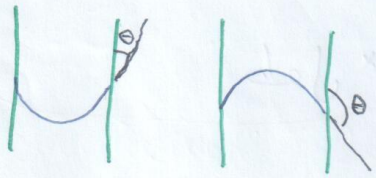
θ: زاویه‌ای که سطح آزاد سیال با جنس جدار لوله می‌سازد

$$h = \frac{2\sigma \cos\theta}{\gamma r}$$

لازم به ذکر است که نیازی که علامت منفی در سیستم‌هایی که منجر به نزول مویینگی می‌شوند

ثبت چون θ بزرگتر از زاویه قائمه شده و $\cos\theta$ منفی است که بیانگر نزول مایع در

لوله مویین می‌باشد.



در استاتیک سیالات با سیال ساکن رابطه‌ای می‌گیریم

در سیال ساکن و سیالی که مانند جسم صلب حرکت می‌کند لایه‌های مجاور سیال نسبت به هم حرکت نمی‌کنند.

لذا تنش برشی صفر است. بنابراین فقط تنش‌های عمودی (نیروهای عمودی) $\frac{dF_n}{dA}$ مطرح می‌گردد.

$\tau = 0$

در سیال ساکن تغییرات فشار با دو رابطه زیر داده می‌شود:

$$\frac{dP}{dy} = -\rho \frac{g}{g_c} \qquad \frac{dP}{dn} = 0$$

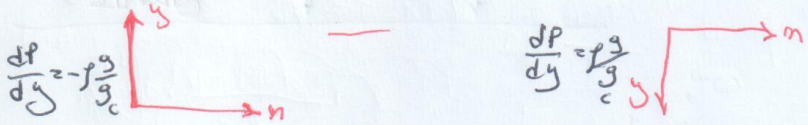
ابعاد بالا به این معنی است که سیال ساکن در یک تمل معین فشار مقدار ثابتی است.

به عبارت دیگر تغییرات فشار در راستای افقی در یک تمل معین نداریم و فشار صرفاً

با تغییر عمق تغییر می‌کند

توجه شود با توجه به جهت محور y ها علامت منفی یا مثبت قرار داده شود یعنی اگر جهت مثبت محور y ها در خلاف جهت نیروی جاذبه باشد قرار دادن علامت منفی الزامی است.

و در صورتی که جهت مثبت محور y ها در جهت جاذبه زمین باشد نیازی به علامت منفی نیست



در سیستم SI، g_c مساوی یک می‌باشد

واحدهای فشار

$1\ Pa = 1\ N/m^2$

$1\ psi = 1\ lbf/in^2$

$1\ atm = 14.7\ psi = 1.013 \times 10^5\ Pa = 10.33\ m H_2O = 760\ mmHg = 29.92\ inHg$
$= 33.91\ ft\ H_2O$

اصل پاسکال

(برای سیال ساکن یا حرکت)

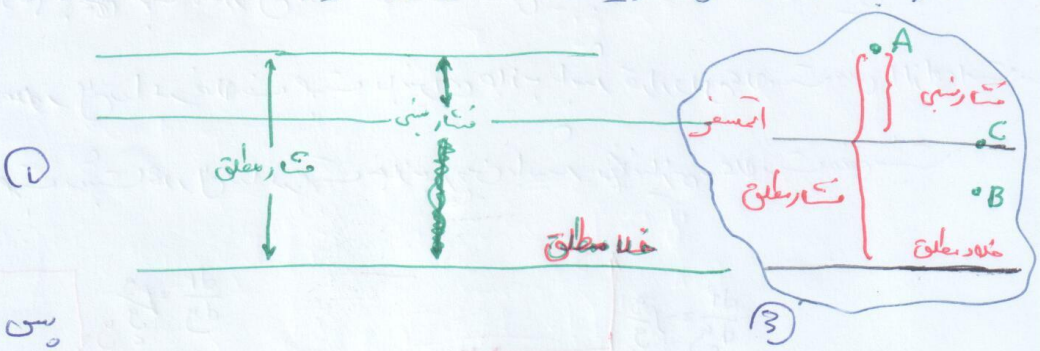
اصل پاسکال بیان می‌کند که در یک سیال ساکن در یک نقطه فشار در تمامی جهات یکسان است. به عبارت دیگر در یک سیال ساکن کمیک نقطه $P_x = P_y = P_z$ اگر سیال ساکن نباشد اصل پاسکال برقرار نیست و فشار در تمامی نقاط برابر است با $\frac{P_x + P_y + P_z}{3}$

فشار نسبی و فشار مطلق

اگر فشار نسبت به فشار اتمسفر صفر شود فشار نسبی است. به عبارت دیگر اگر اختلاف فشار با فشار اتمسفر مطرح شود فشار به شکل نسبی بیان می‌شود. در این حالت فشار منفی بدین معنی

است که فشار هر نقطه مورد نظر از آن را اتمسفر گذر است.

اگر فشار را نسبت به خلاء مطلق سنجیده شود فشار مطلق می‌نامیم.



پس ↓

فشار اتمسفر + فشار نسبی = فشار مطلق

(2) فشار مطلق نقطه B مثبت و فشار نسبی نقطه B منفی است.

فشار مطلق نقطه C مثبت و فشار نسبی نقطه C صفر است.

فشار مطلق نقطه A مثبت و فشار نسبی نقطه A مثبت است.

برای اندازه‌گیری فشار وسیله داریم: ۱- پیزومتر ۲- مانومتر ۳- بارومتر

عبارتند از

بارومتر: وسیله‌ای است که برای اندازه‌گیری فشار محلی بکار می‌رود.

$$P_{at} = P_v + \rho g h$$

فشار بخار آب است که در انتهای ستون ایجاد می‌شود

ارتفاع جیوه داخل ستون

اگر ستون مایع داخل لوله باشد باید ارتفاع عمودی سیال را بدست آورد. برای این منظور طول ستون سیال باید در کسینوس زاویه‌ای که با افق می‌سازد ضرب گردد.

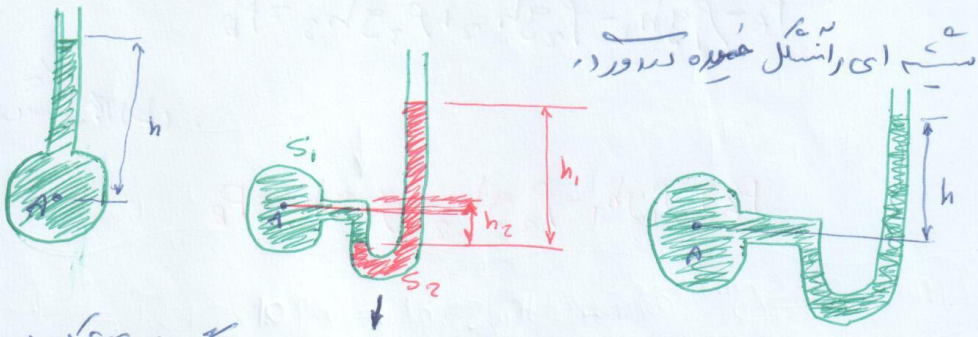
$$P_{atm} = P_x + \rho g (h \cos\theta)$$

مانومتر : وسیله‌ای است که با بهره‌گیری از ستون مایع اختلاف فشار را اندازه‌گیری می‌کنند

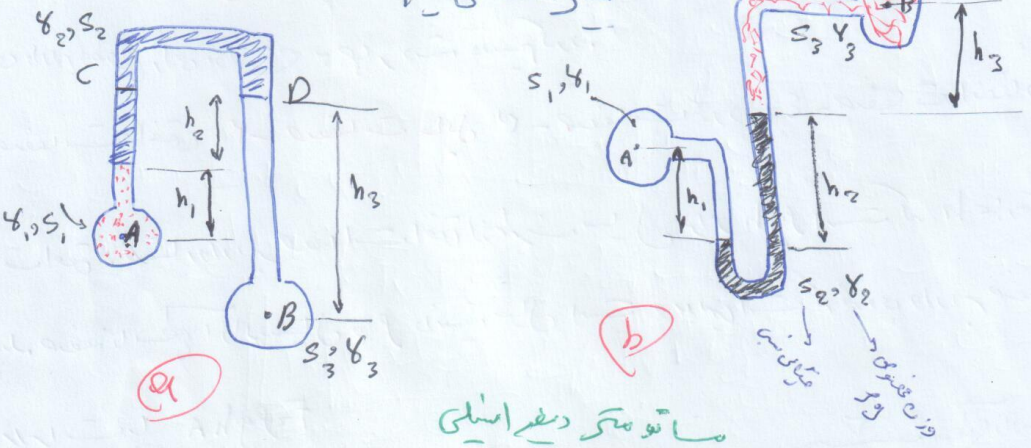
ساده‌ترین نوع مانومترها پیزومترها هستند که برای اندازه‌گیری فشارهای بیشتر از چند سانتی‌متر آب کاربرد دارند.

روشن است که پیزومتر برای اندازه‌گیری فشارهای نسبی منفی به کار نمی‌رود، زیرا در این صورت هوا از طریق لوله به محل جریان خواهد یافت.

برای اندازه‌گیری فشارهای خیلی زیاد نیز از پیزومتر نمی‌توان استفاده کرد زیرا ارتفاع ستون مایع خیلی زیاد می‌شود. برای اندازه‌گیری فشارهای کم مثبت یا منفی می‌توان لوله شیشه‌ای را به شکل خمیده زیر درآورد.



برای اندازه‌گیری فشارهای بزرگتر معمولاً به شکل از مایع با چگالی بیشتر استفاده می‌کنیم.



مانومتر دیفرانسیلی

در شکل (a) فرض کنید فشار نقطه A معلوم است و فشار نقطه B را اندازه بگیرید.

از نقطه A شروع می‌کنیم تا به نقطه B برسیم P_A را می‌نویسیم هرگاه از نقطه مورد نظر رو به بالا می‌رویم باید فشار ستون مایع را از P_A کم کنیم هرگاه به سمت پایین می‌رویم باید فشار ستون مایع را به P_A اضافه کنیم

در این مثال چون از ابتدا از نقطه A به سمت بالا می‌رویم باید فشار ستون سیال شماره ۱ را که برابر $\rho_1 g h_1$ است را از P_A کم کنیم سپس به اندازه ارتفاع h_2 در ستون سیال شماره ۲ بالا می‌رویم. بنابراین باید $\rho_2 g h_2$ را از P_A کم کنیم تا به نقطه C برسیم. چون دو نقطه D و C در داخل سیال در یک ارتفاع قرار دارند، فشار این دو نقطه برابر است. حال از نقطه C می‌توانیم به نقطه D برویم. از نقطه D در ستون سیال شماره ۳ به اندازه h_3 بالا می‌رویم تا به نقطه B برسیم بنابراین باید $\rho_3 g h_3$ را به P_A اضافه کنیم

$$P_A - \rho_1 g h_1 - \rho_2 g h_2 + \rho_3 g h_3 = P_B$$

همین درس برای مثال (b) :

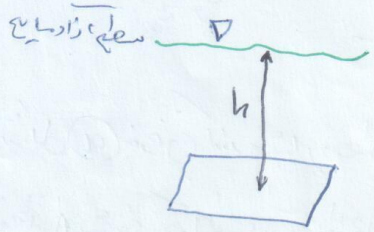
$$P_A + \rho_1 g h_1 - \rho_2 g h_2 - \rho_3 g h_3 = P_B$$

نیروی وارد بر سطوح در سیال ساکن

نیروی وارد بر سطوح را می‌توان به چهار دسته تقسیم کرد.

۱- صفحات افقی ۲- صفحات مایل ۳- صفحات نموداری ۴- صفحات انحنادار

صفحات افقی : منظور از صفحات افقی از طرف سیال برابر $\rho g h$ است که h عبارت است از فاصله صفحه تا سطح آزاد سیال و ρ دانسیته سیال است و بدیهی است که نیروی وارد بر صفحات افقی برابر است با $F = \rho g h A$



مثل اثر نیروی بالا بند، همان مرکز سطح می‌باشد