

مقدمة . مفاهيم أساسية

مقدمة:

الموائع هي المواد القابلة لأخذ شكل الوعاء الذي يحتويها. وتكون قادرة على الجريان. هذه المواد عبارة عن السوائل والغازات.

والأمثلة على الموائع عديدة في حياتنا اليومية، فنحن نتنفس الموائع (الهواء) ونشرب الموائع (الماء والسوائل الأخرى) ويجري المائع (الدم) في عروقنا.

ميكانيك الموائع: هو العلم الذي يدرس ميكانيك السوائل والغازات، وهو يدرس الموائع في حالة السكون وفي حالة الحركة.

أهمية ميكانيك الموائع: تأتي أهمية ميكانيك الموائع من الدور الذي يلعبه في حياتنا اليومية: في مجال التكييف والتبريد (الماء البارد الذي يتم ضخه بواسطة المضخات خلال المواسير، والهواء البارد الذي يتم دفعه بواسطة المراوح خلال مجاري الهواء حتى يتم تكييف الهواء والمنازل) والكهرباء التي يتم توليدها من المساقط المائية، والسيارات (فالإطارات مملوءة بالهواء، وضخ الوقود عبر الأنابيب، و....) والدم الذي يجري في أوردتنا وشراييننا هو مثال ممتاز عن ميكانيك الموائع.

وأيضاً الرافعات الهيدروليكية التي ترفع مئات الأطنان بمجرد ضغط الزيت عن طريق مضخة والتحكم به عن طريق الصمامات وتوجيهه إلى الأسطوانات أو المحركات الهيدروليكية.

تصنف الموائع عادة إلى: موائع قابلة للانضغاط و موائع غير قابلة للانضغاط:

المقارنة بين الصلب والمائع:

تكون جزيئات المواد الصلبة متلاصقة ومتماسكة مع بعضها أكثر منها في المائع. وقوى الجذب بين جزيئات الصلب تكون كبيرة جداً بحيث يحافظ الجسم الصلب على شكله. بينما تكون قوى التجاذب في الموائع أصغر.

المقارنة بين الغاز والسائل:

المائع (غاز أو سائل) تكون جزيئات الغاز متباعدة عن بعضها البعض أكثر مما هو عليه الحال في السائل، لذلك يكون الغاز قابلاً للانضغاط بشكل كبير وعندما يزول الضغط عنه فإنه يتمدد بلا حدود، لذلك يكون الغاز في حالة اتزان عندما يكون محصوراً بالكامل داخل حيز مغلق.

وتكون قابلية السائل للانضغاط ضعيفة، ويمكن أن يكون للسائل سطح حر.

البخار:

هو غاز يكون كلّ من ضغطه ودرجة حرارته ذو قيمة تجعله قريباً من الحالة السائلة (مثلاً بخار الماء نعتبره بخاراً لأنّ حالته ليست بعيدة عن الحالة السائلة)، في حين أنّ الغاز هو عبارة عن بخار عالي التخميص (أي حالته بعيدة عن حالة الماء السائل) لذلك نعتبر أنّ الهواء غازاً لأنّ حالته بعيدة عن الهواء السائل.

يتأثر حجم الغاز أو البخار كثيراً بتغيّرات الضغط أو درجة الحرارة أو كليهما لذلك يجب الأخذ بعين الاعتبار التغيّرات في الحجم ودرجة الحرارة عند التعامل مع الغازات والأبخرة. لذلك يكون ميكانيك الموائع والترموديناميك مترابطان مع بعضهما البعض.

البعد:

يتم التعبير عن أي خاصية طبيعية عن طريق مجموعة من الأبعاد الأساسية وهي الكتلة والطول والزمن في نظام القياس المطلق، وهو ما يعرف بنظام (M, L, T)، أو عن طريق مجموعة من الأبعاد المشتقة وهي القوة والطول والزمن ويعرف بنظام (F, L, T).

الواحدة:

يمكن أن يعرف كل بعد من الأبعاد بعدد من الواحدات المختلفة؛ وهو ما يعرف بنظام الواحدات والواحدات عدة أنواع أكثرها شيوعاً الفرنسية والانكليزية والعالمية الكتلة M واحدها kg، والطول L واحدها m، والزمن t واحده second نظام الواحدات العالمية: meter-kilogram-second , m-kg-sec، Systeme International d'unite's، وتكتب اختصاراً (S.I.)

يتمّ تصنيف الأبعاد ضمن ثلاث مجموعات وذلك تبعاً للأبعاد المكونة للخاصية على النحو التالي:

- (1) الخواص الهندسية (Geometric): وهي جميع الخواص الطبيعية التي يدخل في تركيبها بعد الطول فقط، مثل البعد بين نقطتين L أو مساحة السطح L^2 أو الحجم L^3 .
- (2) الخواص الكينماتيكية (Kinematic): وهي جميع الخواص الطبيعية والميكانيكية التي يدخل في تركيبها الزمن، أو بعد الزمن وبعد الطول، مثل: السرعة والتسارع واللزوجة الكينماتيكية.
- (3) الخواص الديناميكية (Dynamic): وهي الخواص التي يدخل في تركيبها بعد الكتلة، أو بعد الكتلة والطول، أو بعد الكتلة والزمن، أو بعد الكتلة والطول والزمن.

علاقات الكتلة ووحداتها:

حسب قانون نيوتن: القوة F تساوي الكتلة m في التسارع a، أي:

$$F=m.a$$

وعند تطبيق قانون نيوتن على جسم حر ساقط بتأثير الجاذبية الأرضية، تكون القوة F هي عبارة عن الوزن W والتسارع عبارة عن تسارع الجاذبية الأرضية $a=g$ ، وبالتالي يمكن أن نكتب المعادلة السابقة على الشكل:

$$W=m.g$$

وحدة القوة في النظام العالمي:

وحدة القوة هي النيوتن N وهي عبارة عن القوة التي تعطي كتلة قدرها 1kg تسارعاً مقداره m/sec^2 .

Properties of Fluids خواص للموائع

لمعرفة الموائع لابدّ من دراسة خواصها، ويكون من الضروري معرفة بعض الخواص من الناحية الهندسية فمثلاً الكتلة الحجمية، والانضغاطية، وضغط البخار تعتبر من الخواص المهمة جداً في حالة السوائل الساكنة؛ بينما اللزوجة تكون مهمة في حالة الموائع المتحركة.

الكتلة الحجمية (الكتلة النوعية) ρ :

الكتلة الحجمية هي عبارة عن كتلة واحدة الحجم، أو كتلة 1m^3 من المادة.

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{\text{الكتلة}}{\text{الحجم}} \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right]$$

مثلاً: الكتلة الحجمية للماء عند $T=4^\circ\text{C}$ هي 1000kg/m^3 ، والكتلة الحجمية للهواء عن $T=20^\circ\text{C}$ والضغط الجوي العادي هي 1.2kg/m^3 .

(الكتلة الحجمية عبارة عن خاصية ديناميكية أي يدخل في أبعادها الكتلة والطول M/L^3).

ملاحظة:

الموائع القابلة للانضغاط: وهي الموائع التي تتغير كتلتها الحجمية بتغير الضغط الواقع عليها مثل الغازات.
الموائع غير القابلة للانضغاط: وهي الموائع التي لا تتغير كتلتها الحجمية بتغير الضغط المؤثر عليها مثل السوائل

الوزن النوعي γ Specific Weight:

الوزن النوعي هو عبارة عن وزن واحدة الحجم، أو وزن 1m^3 من المادة.

(يُعتبر الوزن النوعي عن قوة جذب الأرض لكتلة من المائع تشغل حجماً مقداره واحدة الحجم). قد يتغير الوزن النوعي من مكان لآخر حسب البعد عن سطح الأرض، كما ينعدم في الفضاء الخارجي، بينما لاعلاقة للكتلة النوعية بالموقع بالنسبة إلى الأرض).

$$\gamma = \frac{W}{V} = \frac{\text{الوزن}}{\text{الحجم}} \left[\frac{\text{N}}{\text{m}^3} \right]$$

$$\Rightarrow \gamma = \rho \cdot g = \frac{m \cdot g}{V}$$

يتعلق الوزن النوعي بتسارع الجاذبية الأرضية ويتغير درجة الحرارة والضغط.

(مثلاً: الوزن النوعي للماء عند 20°C و 1,013bar وتسارع جاذبية أرضية 9,81m/s² يساوي 9,81kPa).

الحجم النوعي v Specific volume:

الحجم النوعي هو عبارة عن الحجم الذي تشغله واحدة الكتلة من المادة، أو هو حجم 1kg من المادة. وهو عبارة عن عن مقلوب الكتلة الحجمية.

$$v = \frac{V}{m} = \frac{1}{\rho} \left[\frac{m^3}{kg} \right]$$

الكتلة الحجمية النسبية (الثقل النوعي) SG Specific Gravity:

الكتلة الحجمية النسبية هي عبارة عن النسبة بين الكتلة الحجمية للمائع والكتلة الحجمية للماء النقي عند درجة الحرارة 4°C.

$$SG = \frac{\rho_f}{\rho_w}$$

وهي كمية عديمة الأبعاد.

اللزوجة Viscosity:

تنساب بعض السوائل بسهولة مقارنة بغيرها. مثلاً الماء ينساب بسهولة أكثر من زيت المحركات. أي أنّ لكلّ سائل خاصية تتحكم بمعدل جريانه، تُعرف هذه الخاصية باللزوجة. ولاتقتصر اللزوجة على السوائل فقط وإنّما تشمل السوائل والغازات. فهي تُعتبر مقياساً لمدى مقاومة المائع لقوى القص التي تحاول تحريف شكله. يمكن أن نعرف اللزوجة كما يلي:

اللزوجة: هي خاصية من خواص المائع تنشأ عن احتكاك طبقاته، وتعمل على مقاومته للجريان، ومقدار مقاومته لضغط يجبره على التحرك والجريان. كلما زادت لزوجة المائع ، كلما قلّت قابليته للجريان.

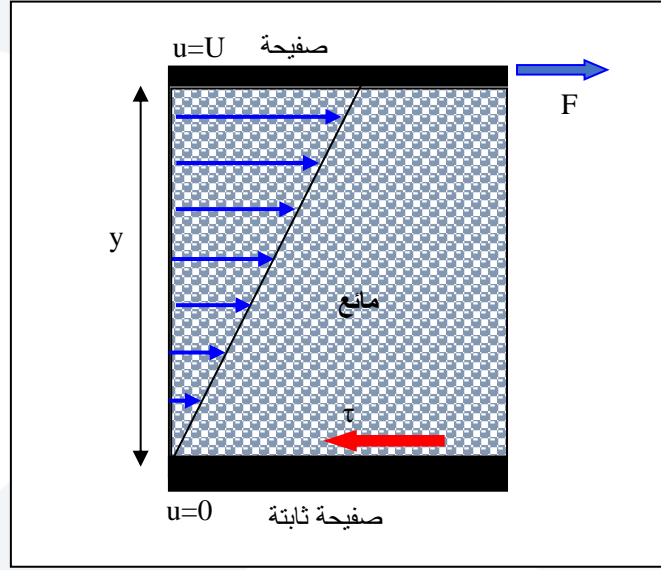
بالنسبة للسوائل، فإن اللزوجة تكافئ المصطلح الدارج بـ"الثخانة، فمثلاً: العسل ثخن أي عالي اللزوجة، أمّا الماء فهو سلس أي متدني اللزوجة .

تكون جزيئات السائل عالي اللزوجة مرتبطة ببعضها بشكل قوي، وبالتالي فإنّها تكون أقل قدرة على التحرك. ويكبر احتكاكها بالجسم الصلب الملامس لها. يمكن وصف اللزوجة بأنها احتكاك داخلي بين جزيئات السائل .

نلمس اللزوجة في حياتنا اليومية مثل سقوط ملعقة في عسل النحل أو سقوط قطعة حديد في قطران ، وكذلك جريان الماء داخل أنابيب المياه ، ما يحدث أثناء ذلك من مقاومة للحركة يكون متعلقاً بلزوجة السائل .

تُعتبر اللزوجة بأنّها خاصية مهمة من خصائص الموائع وبها يقاوم المائع التغير في الشكل الناتج من تأثير قوى القص المؤثره عليه .

نفترض وجود لوحين متوازيين بينهما مسافة y ومساحة كل منهما A ، ونفترض وجود مائع يملأ المكان بين اللوحين. فإذا بدأنا تحريك اللوح 2 بسرعة أفقية u ثابتة بتأثير قوة F فإنّ طبقة المائع الملاصقة للوح 2 سوف تتحرك أيضا بالسرعة u . وبما أن اللوح 1 ثابت لا يتحرك فإن طبقة المائع الملاصقة له تبقى ثابتة لاتتحرك. أي أن طبقات السائل بين اللوحين ستتحرك بسرعات متناسبة طرديا مع المسافة بين اللوحين (الشكل التالي)، حيث يتناسب كل سهم مع سرعته.



ثبت بالتجربة أن القوة F تؤدي إلى إحداث إجهاد قص shear stress للمائع بين اللوحين نرمل له بـ τ_w حيث: $\tau_w = \frac{F}{A}$ ويكون متناسباً طرداً مع التغير في السرعة du وعكساً مع التغير في البعد بين اللوحين du :

$$\tau \sim \frac{du}{dy}$$

وبالتالي يمكن أن نكتب:

$$\tau = \mu \cdot \frac{du}{dy}$$

حيث μ هي ثابت التناسب، وتُعرف بمعامل اللزوجة الديناميكية، وهي عبارة عن النسبة بين إجهاد القص وتغير السرعة.

$$\frac{N.S}{m^2} = Pa \cdot sec \text{ (ثانية).}$$

عندما تكون μ لا تعتمد على السرعة u يسمى السائل سائل نيوتوني نسبة إلى نيوتن وبالنسبة لهذا السائل تتناسب سرعة كل طبقة سائل بين اللوحين تناسباً طردياً.

أما إذا كانت μ تتغير بتغير السرعة u فيسمى السائل سائل لا نيوتوني (مثال: الرمال المتحركة)

اللزوجة الكينماتيكية Kinematic Viscosity:

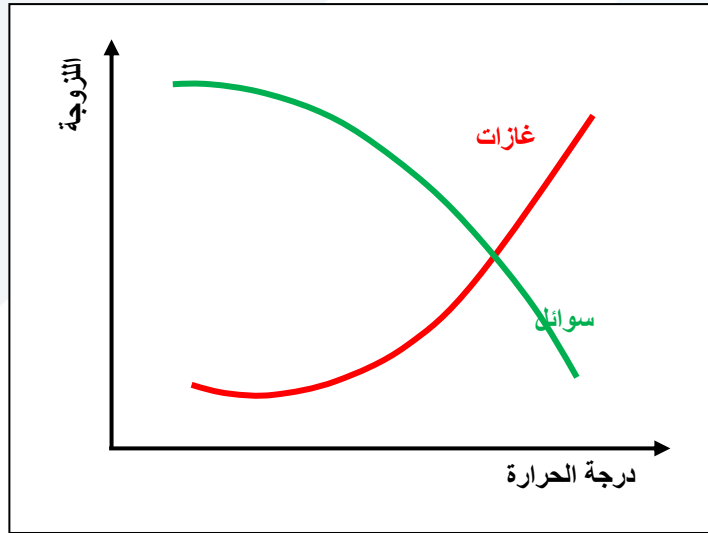
هي النسبة بين اللزوجة الديناميكية والكتلة النوعية:

$$\gamma = \frac{\mu}{\rho} \left[\frac{\text{m}^2}{\text{sec}} \right]$$

تأثير درجة الحرارة على اللزوجة:

تتأثر اللزوجة كثيراً بدرجة الحرارة، حيث تقلّ اللزوجة للسوائل مع ارتفاع درجة الحرارة، وتزداد في حال الغازات مع ارتفاع درجة الحرارة. وسبب ذلك هو قوى التماسك بين الجزيئات التي تقل في حالة السوائل مع ارتفاع درجة الحرارة فتقلّ اللزوجة. بينما في حال الغازات فإنّ ارتفاع درجة الحرارة يؤدي إلى ازدياد كمية حركة الجزيئات وبالتالي زيادة معدل التصادم بينها فتزداد قوة الاحتكاك وقوى القص بينها وبالتالي تزداد لزوجة الغازات.

يوضح الشكل التالي تأثير درجة الحرارة على اللزوجة.



تغيّر لزوجة الموائع كتابع لدرجة الحرارة.

التوتر السطحي Surface tension والخاصية الشعرية Capillary action:

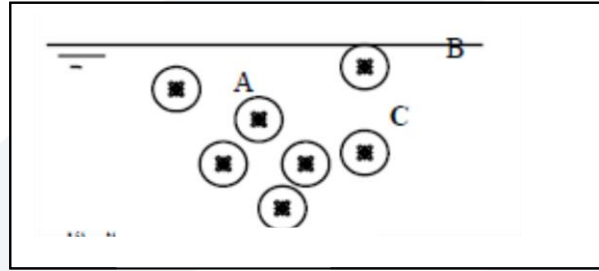
التوتر السطحي هو ذلك التأثير الذي يجعل الطبقة السطحية لأي سائل تتصرف وكأنها ورقة مرنة. فهو التأثير الذي يسمح للحشرات بالسير على الماء وهو المسبب أيضاً للخاصية الشعرية.

تنشأ ظاهرة التوتر (الشّد) السطحي من قوى التجاذب الموجودة بين الجزيئات والتي تؤثر على بعد صغير جداً وتُسمى بقوى الجذب الجزيئية التي تعمل على تماسك جزيئات المادة مع بعضها البعض (هذه القوى تجعل السائل يعمل كغشاء مشدود يمكن أن يتحمل الضغط الواقع عليه، مثلاً نجد بعوضه تقف على سطح قطرة سائل).

لذلك يمكن تعريف التوتر السطحي بأنه: تماسك جزيئات سطح السائل بقوة تجعله يتحمل الضغط الواقع عليه إلى درجة معينة تختلف من سائل إلى آخر.

تكون قوى الجذب الجزيئية في السوائل أقلّ منها بالمقارنة معها في الأجسام الصلبة، وهذا يفسر تغيّر شكل السائل بتغيّر شكل الإناء الذي يحويه.

يوضح الشكل التالي جزيئات السائل.



إن الجزيء عند النقطة C البعيد عن سطح السائل (والواقع داخله) سوف يبقى منجذباً بالتساوي من جميع الاتجاهات بواسطة الجزيئات المجاورة له (أي سيكون متأثر بمجموعة متزنة من القوى محصلتها معدومة).
بينما الجزيء عند النقطة B القريب من السطح سيتأثر بقوى غير متساوية من جميع الاتجاهات حيث تقل جزيئات السائل في الجانب الأعلى مما يجعله متأثراً بقوة جذب أقل (أي أنّ الجزيئات القريبة من سطح السائل سوف تصبح معرضة لمحصلة قوة تؤثر إلى أسفل هي عبارة عن قوى تماسك باتجاه السائل).
والمركبة المماسية لهذه القوة سوف تولد شداً في سطح المائع يعرف بالتوتر السطحي، والذي يقاس باعتباره القوة المؤثرة على وحدة الطول، وتكون في اتجاه عمودي على اتجاه الشد، ويرمز له بالرمز σ .
واحدتها عبارة عن أبعاد قوة على طول.

يحاول المائع دائماً بسبب هذا الشد أن يحيط نفسه بأقلّ سطح ممكن مما يؤدي إلى تكور السائل (مثلاً تكوّن قطرات الماء).

تناسب محصلة قوة الشد السطحي في السطوح المنحنية مع انحناء السطح وتسمى الضغط الشعيري.

إذا كانت ΔP هي قوة الضغط الشعيري على وحدة السطح لسطح منحنى أنصاف أقطاره الأساسية هي r_1 و r_2 يكون:

$$\Delta P = \sigma \cdot \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right)$$

عندما يكون السطح كروياً فإن $r_1 = r_2$ ، وبالتالي:

$$\Delta P = \frac{2 \cdot \sigma}{r}$$

يعتمد التوتر السطحي على :

1- نوع السائل كلما كانت كثافة السائل أكبر كانت قوة التوتر السطحي أكبر.

2- درجة حرارته كلما زادت درجة الحرارة قل التوتر السطحي

من الأمثلة على التوتر السطحي :

أ- قطرات الندى على أوراق النبات، ب- كرات الرزيق، د- فقاعات الصابون التي يلعب بها الأطفال

(نلاحظ عند سكب كمية من الماء فوق سطح شمعي أو سطح مصنوع من النايلون بأنه لا يتبلل؛ والسبب يعود لوجود فرق كبير بين قوى التجاذب الموجودة بين جزيئات السائل وقوى الالتصاق بين السائل والسطح، وبالتالي ينتشر الماء فوق السطح إثر ارتفاع قيمة قوى التجاذب الموجودة بين الماء لأكثر من تلك الموجودة في السطح).

إن التوتر السطحي يكون سبباً في ارتفاع السوائل في الأنابيب ذات الأقطار الصغيرة. ويشار لهذه الظاهرة بالخاصية الشعرية capillary action.

الخاصية الشعرية Capillary action :

هي خاصية ارتفاع السوائل في الأنابيب الشعرية. فهي خاصية فيزيائية يتم بواسطتها انتقال السائل من الأسفل إلى الأعلى، كانتقال الماء من أسفل الشجرة (الجذور) إلى أعلاها (الأوراق)، أو كارتفاع السائل عن طريق (أنبوب) من الأسفل إلى الأعلى (دون التأثير عليه بقوة خارجية) عند وضعه في إناء

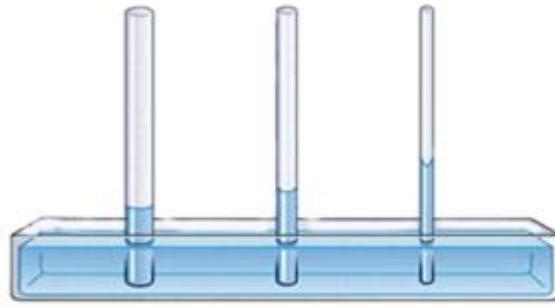
عند غمر أنبوب زجاجي شعري مفتوح الطرفين في سائل، فإن السائل يرتفع في الأنبوب.

وهي التي تفسر مثلاً: امتصاص الأقمشة القطنية والمناديل الورقية للماء، وأيضاً ارتفاع الماء في سيقان النبات من الجذور إلى الأوراق.

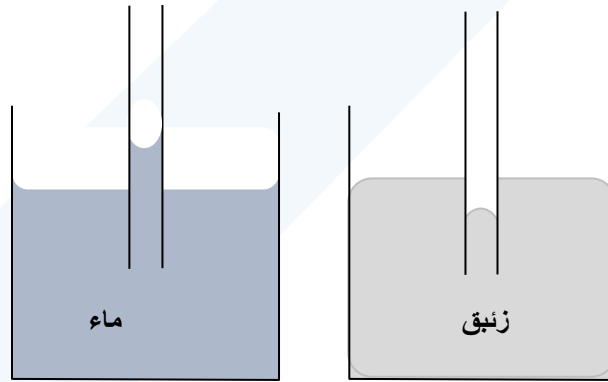
تفسير الخاصية الشعرية:

يُعتبر كلٌّ من التماسك (التجاذب) والتلاصق بأنهما من أشكال التجاذب الجزيئي في السوائل. حيث يساعد التماسك على مقاومة إجهادات الشد، بينما يساعد التلاصق على الالتصاق بجسم آخر.

تكون الخاصية الشعرية عبارة عن نتيجة لكلّ من التماسك والتلاصق، وهذا يساعد على فهم الاختلاف في ارتفاع السائل من انبواب الى آخر. فإذا تم وضع الكمية نفسها في عدة أنابيب يكون الارتفاع الأعلى في الأنبوب الأصغر قطراً وترتبط هذه الخاصية بقوة التلاصق التي يمكن أن تختلف من سائل إلى آخر.

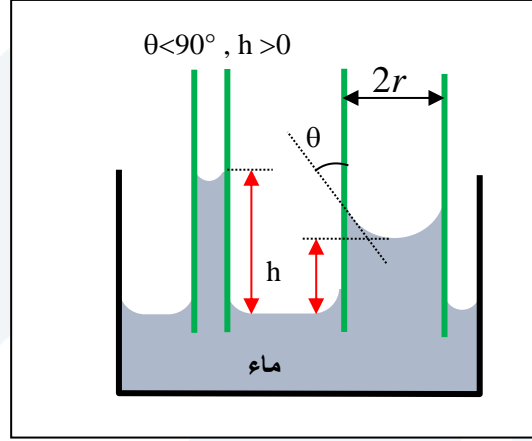
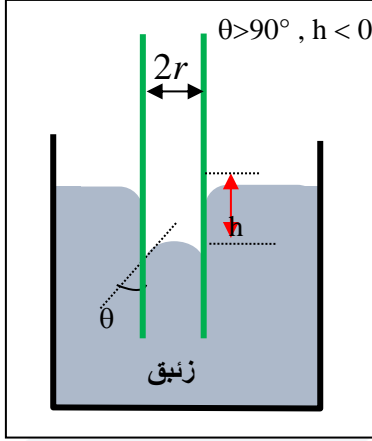


عندما تكون قوى التلاصق التي تنشأ بين جزيئات السائل وجدران الأنبوب الزجاجي (أكبر من قوى التماسك) حيث تكفي لحمل كمية محدودة من السائل فإنّ السائل يبلى سطح الأنبوب الذي يلامسه ويرتفع عند نقطة التلامس. عندما تكون قوى التماسك أكبر من قوى التلاصق فإنّ سطح السائل ينخفض عند نقطة التلامس. مثلاً تؤدي الخاصية الشعرية إلى ارتفاع الماء في أنبوب زجاجي، بينما ينخفض الزيت تحت المنسوب الحقيقي.



انخفاض الزيتق وارتفاع الماء في الأنبوب الشعري

حساب ارتفاع السائل ضمن الأنبوب الشعري:



ارتفاع السائل ضمن الأنبوب الشعري.

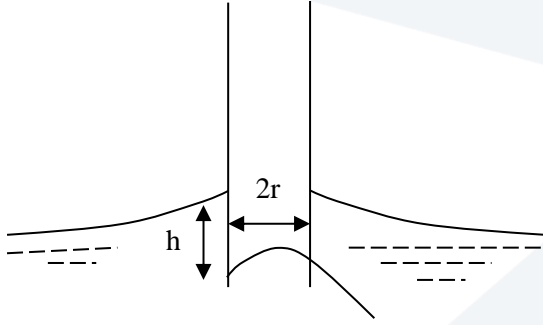
يمكن حساب ارتفاع السائل h ضمن الأنبوب (الذي نصف قطره r) من خلال العلاقة:

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

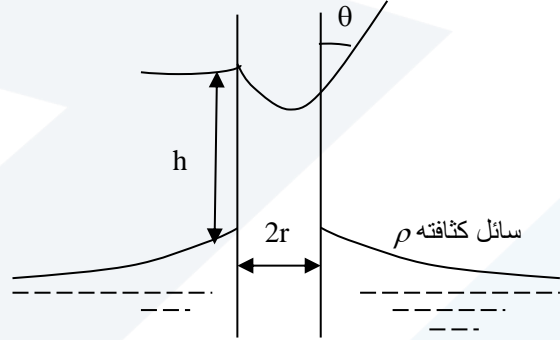
حيث: σ التوتر السطحي (N/m)، g تسارع الجاذبية الأرضية (m/Sec^2)، γ الوزن النوعي للسائل، r نصف قطر السائل، h الارتفاع الشعري.

يمكن استخدام العلاقة السابقة لحساب الارتفاع أو الانخفاض الشعري التقريبي في الأنبوب.

يتناقص التوتر السطحي مع ارتفاع درجة الحرارة. وغالباً تُهمل تأثيرات التوتر السطحي في معظم الأعمال الهندسية.



فإنه يحدث انخفاض في سطح السائل $\theta > \pi/2$ عندما تكون داخل الأنبوب.



يحدث ارتفاع شعري $\theta < \frac{\pi}{2}$ عندما تكون



فإنه: $\theta = \frac{\pi}{2}$ عندما تكون

لا يحدث أي ارتفاع شعري أو نقصان في سطح السائل داخل الأنبوب.

العوامل المؤثرة في الخاصية الشعرية

- 1- قطر الأنبوب: يزداد ارتفاع الماء في الأنبوب الشعري كلما قلّ قطره. للزئبق
 - 2- زاوية التماس θ بين السائل والسطح (فعندما تكون حادة يرتفع السائل).
 - 3- نوع السائل: كلما كانت الكتلة الحجمية للسائل أقلّ كلما زادت قوة التماسك بين السائل والأنبوب (قوى الالتصاق بين السائل والأنبوب) مما يؤدي إلى ارتفاعه أكثر.
- فمثلاً يرتفع الزيت في أنبوب شعري أكثر من ارتفاع الماء، إذا كان الأنبوبان الشعريان المستخدمان بالقطر نفسه، وقد ينخفض السائل في الأنبوب الشعري، كما يحدث في حالة الزئبق؛ وهذا يرجع إلى قوى التلاصق بين دقائق الزجاج ودقائق الزئبق أقل من قوى التماسك بين دقائق الزئبق.

علاقة الخاصية الشعرية بامتصاص المواد للسائل؟ ولماذا يمتص القطن الماء بينما لا يقوم الصوف بذلك؟

السبب هو تركيبة جزيئات المادة. فجزيئات القطن طويلة متوازية بينها فراغات رفيعة كالأنابيب الشعرية.

الانضغاطية Compressibility

يمكن أن يتم ضغط المائع بواسطة ضغط خارجي يبسط على حجم منه. والانضغاطية تعرف بدلالة متوسط معامل المرونة الحجمي \bar{K} ، حيث:

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

تدل إشارة السالب على أن زيادة الضغط تؤدي إلى انخفاض الحجم.

عمومًا تكون قابلية السوائل للانضغاط أقل بكثير من قابلية الغازات للانضغاط. وتُعطى انضغاطية الموائع (التي تعبر عن مقدار تغير الحجم أو الكتلة الحجمية تبعاً للضغط) بدلالة مقلوب معامل المرونة الحجمي K :

$$K = \frac{1}{\bar{K}}$$

واحدة معامل المرونة الحجمي في النظام العالمي هي: Pa.

ضغط البخار Vapour pressure:

ضغط البخار هو الضغط الجزئي على السائل الذي تسببه الجزيئات المنفصلة عن سطحه أثناء تحوله من الحالة السائلة إلى بخار.

عند تسخين سائل موجود ضمن وعاء مغلق تحت ضغط ثابت فإن درجة حرارته ستترفع حتى نصل إلى قيمة معينة لدرجة الحرارة يبدأ عندها السائل بالغليان (ويكون السائل عند هذه الدرجة مشبعاً). مع استمرار التسخين يبدأ السائل بالتبخّر بحيث تتحرر منه جزيئات على شكل بخار رطب فوق سطحه. تؤثر هذه الجزيئات على السائل بضغط جزئي نسبيته الضغط البخاري. مع استمرار تسخين السائل يصبح عدد الجزيئات المتحررة أكبر من عدد الجزيئات العائدة إلى السائل ويبدأ البخار بأن يصبح جافاً ويزداد ضغطه على السطح الداخلي للوعاء بشكل كبير.

الغليان هو بدء حصول فقاعات البخار داخل السائل، (نسمي الضغط الذي يبدأ عند السائل بالغليان بضغط الإشباع).

يتعلق ضغط البخار بدرجة الحرارة، وكذلك تتغير درجة الحرارة التي تتغير عندها الحالة تبعاً للضغط، فمثلاً يغلي الماء عند درجة الحرارة 100°C تحت الضغط الجوي النظامي 101,3 kPa، بينما يغلي عند الدرجة 82°C عند الضغط 50,5kPa.



جامعة
المنارة
MANARA UNIVERSITY