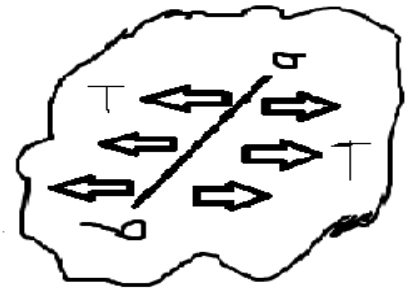
المحاضرة الخامسة

الشد السطحي : Surface Tension

من الملاحظ ان سطوح السوائل مثل الماء يمكنها اسناد بعض الاجسام الصغيرة الجافة مثل ابرة الخياطة وشفرة الحلاقة بالرغم من ان كثافة هذه المواد اكبر بكثير من كثافة الماء .واذا نضرنا الى سطح الماء اسفل هذه الاجسام نجده منخفضا قليلا ونلاحظ ان تيار الماء يتقطع عند خروجه من الأنبوب وان الماء يرتفع في الانابيب الشعرية بينما ينخفض فيها الزئبق وغيرها من هذه الظواهر تدل على ان سطح الماء في حالة شد او توتر بحيث اذا اخذنا أي خط في السطح او في حدوده مع جسم اخر فان المادة على أي جانب تبذل سحبا على المادة في الجانب الاخر ويحدث هذا السحب في مستوى سطح الماء ويكون عموديا على الخط .



ويعرف الشد السطحي بانه القوة المؤثرة عموديا على وحدة الطول باتجاه مماس لسطح السائل ويرمز له بالرمز (S)

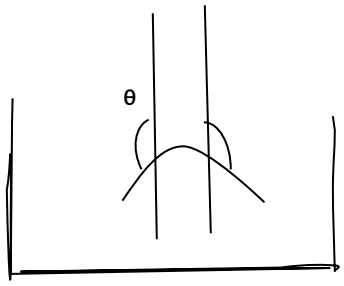
$$S = \frac{F}{2L}$$

ووحدته N\m او dyn\cm

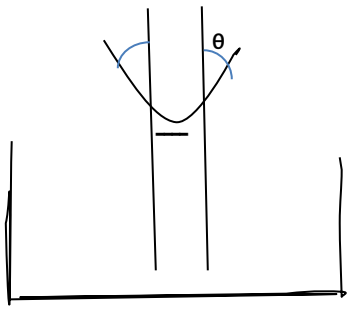
الخاصية الشعرية : Capillarity

يعتبر ارتفاع السائل في انبوبة ضيقة المقطع من اكثر ظواهر سطح السائل انتشارا وتسمى هذه الظاهرة الخاصية الشعرية وذلك لملاحظتها في الانابيب الدقيقة المقطع وهناك ظواهر كثيرة في الطبيعة توضح عمل الخاصية الشعرية فالنفط يصعد في فتيل المصباح النفطي والماء يصعد في مسامات التربة الى سطحها حاملا معه الاملاح التي تترسب على سطحها بعد تبخره منها .

ان جزيء السائل القريب من جدار الانبوب يتأثر بثلاث قوى هي قوة التماسك مع جزيئات السائل (Cohesive force) وقوة التلاصق مع جزيئات الجدار (Adhesive force) وقوة ثالثة تهمل عادة لانها اضعف من القوتين السابقتين وهي قوة التلاصق مع جزيئات الهواء . فاذا كانت قوة التلاصق اكبر من قوة التماسك فان السائل يبلل الانبوب ويتسلقه ويصبح سطحه مقعرا مثل الماء. واذا كام العكس فان السائل لا يبلل الانبوب ويكون مستواه في الانبوب اوطأ من مستواه في الوعاء ويكون سطحه محدبا مثل الزئبق مع الزجاج .



الزئبق مع الزجاج



الماء مع الزجاج

وتسمى الزاوية المحصورة بين المماس للأنبوب وسطح السائل بزاوية التماس (Angle of contact) وتكون حادة في السوائل التي تبلل الانبوب ومنفرجة في السوائل التي لا تبلل الانبوب وتعتبر صفرا للماء مع الزجاج .

لحساب الارتفاع (h) الذي يبلغه السائل مع الانبوبة الشعرية فان القوة العمودية المؤثرة على السائل داخل الانبوب هي ($S\cos\vartheta\ 2\pi r$) حيث (r) نصف القطر الداخلي للأنبوبة واذا ارتفع السائل بمقدار (h) يصبح وزنه مساويا الى ($\pi r\ h\rho g$) وبما انه

$\Sigma F=0$

$S\cos\vartheta\ 2\pi r = \pi r2hg\rho$

$$h = \frac{2s\cos\vartheta}{r\rho g}$$

قاعدة باسكال:

وضع العالم الفرنسي بليز باسكال قاعدة خاصة بضغط المائع تنص على (اذا سلط ضغط خارجي على أي جزء من مائع محصور فان ذلك الضغط ينتقل الى جميع أجزاء ذلك المائع بصورة متساوية على فرض ان المائع ساكن)

وتلعب هذه القاعدة دورا أساسيا في عمل الكثير من الأجهزة التي تعمل بضغط الزيت مثل فرامل الإيقاف للسيارة والمكابس والمطارق والرافعات الزيتية.

الشكل يوضح أساس عمل الرافعة الزيتية فهي تتألف من مكبسين واسطوانتين احداهما كبيرة والأخرى صغيرة موصلين بأنبوب مملوء بالزيت السائل . عندما تؤثر قوة مقدارها F1 على المكبس الصغير الذي مساختها A1 فان الزيادة في الضغط P يكون

P=F1\A1

على المكبس الصغير وهذه الزيادة في الضغط تنتقل بالتساوي الى جميع أجزاء السائل وعليه فان الزيادة في الضغط تحت المكبس الكبير يساوي P والقوة الناتجة عن زيادة الضغط على المكبس الكبير هي F2 حيث

F2=A2P

➡ P=F1\A1=F2\A2

ونستنتج من هذه العلاقة :

∴ $F2= \frac{A2}{A1}$ F1

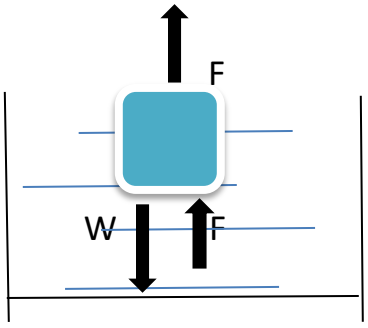
وهذه المعادلة تشير الى انه بالإمكان استخدام قوة صغيرة على المكبس الصغير للحصول على قوة كبيرة على المكبس الكبير وهذه القوة تتحكم بها النسبة بين مساحة المكبس الكبير الى مساحة المكبس الصغير A2\A1 فكلما ازدادت هذه النسبة ازدادت القوة الرافعة.

وبصورة عامة فان السائل المستخدم في مثل هذه الآلات يجب ان لا يتجمد ولا يصبح لزجا جدا في درجات الحرارة الواطئة كما يجب ان لا يتبخر منه شيء محسوس في درجات الحرارة العالية ويكون غير سام وغير قابل للاشتعال.

قاعدة ارخميدس:

من المشاهدات المألوفة في حياتنا طفو الاجسام مثل طفو زورق فوق سطح الماء والبالون المعلق في الهواء. والحقيقة حتى لو كانت الاجسام مغمورة في السائل او الغاز فأنها تفقد شيئا من وزنها وذلك يشير الى وجود متجهة نحو الأعلى يسلطها السائل او الغاز على الجسم الطافي او المغمور فيه. وهذه القوة تدعى قوة الطفو وأول من اكتشف هذه القوة هو العالم ارخميدس وقد وضع قاعدته المشهورة والتي تنص على ((إذا غمر جسم جزئيا او كليا في مائع فانه يفقد من وزنه بقدر وزن المائع الذي ازاحه))

ان أي جسم يغمر في مائع ما تؤثر عليه قوتان 1- وزنه W ويكون متجه عموديا نحو الاسفل و 2- قوة الطفو F وزن المائع المزاح وتكون عمودية نحو الأعلى .



فاذا كانت

$W > F$

فان الجسم يغطس الى أسفل

وإذا كانت

$W=F$

فان الجسم سيكون في حالة توازن ويكون معلقا في السائل كما في حالة السمكة الساكنة في الماء

وإذا كانت

$$W < F$$

فان الجسم سيطفو فوق سطح السائل بحيث يكون مغمورا فيه جزئيا.

ومما تقدم يمكن صياغة قاعدة ارخميدس بطريقة أخرى:

للأجسام المغمورة كليا في السائل يكون

وزن الجسم في الهواء – وزنه في الماء = وزن السائل المزاح

وللأجسام المغمورة جزئيا في سائل يكون

وزن الجسم الطافي في الهواء = وزن السائل المزاح