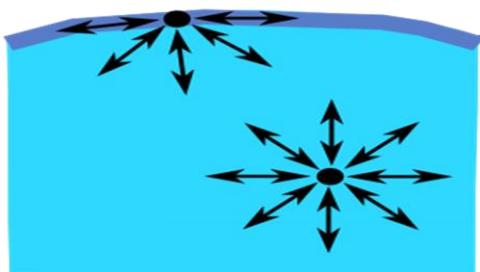


التوتر (الشُد) السطحي: Surface Tension

التوتر السطحي هي ظاهرة فيزيائية تحدث إثر وجود قوة تماسك بين جزيئات المادة السائلة، حيث تعطي السوائل صفة الأغشية المتماسكة.

وتحدث إثر تعرض الجزيئات الموجودة داخل السائل لقوى الشد من كل الاتجاهات، فتلغي كل منهما الأخرى.

أما الجزيئات الموجودة على سطح السائل فتتأثر بالقوى الموجودة في الأسفل والجوانب، مما يجعل السطح مشدوداً للأسفل؛ فيظهر على هيئة غشاء أنظر الشكل الأسفل.



وبشكل أدق فإن الجزيئات الموجودة داخل المادة السائلة المتجانسة تتأثر بما يعرف بقوى التماسك أو قوى الجذب الجزيئية، حيث تُوجد أواصر التماسك بين جزيئات هذه المادة، وتكون قيمة هذه القوى أقل من قيمها في الأجسام الصلبة، وبناءً على ذلك فإن شكل السائل يأخذ شكل الإناء الذي يوضع فيه، ويسهل عليه ذلك، كما تتأثر أيضاً الجزيئات في السائل بقوى التلاصق.

العوامل المؤثرة في التوتر السطحي:

١. نوع السائل

يتفاوت أثر ظاهرة التوتر السطحي من سائل إلى آخر، فمثلاً التوتر السطحي في سائل الزئبق تكون أكبر منها في السائل المائي، لذلك تظهر قطرات الزئبق كأنها أكثر تكوراً من الماء، بينما تكون قطرات الكحول أقل تكوراً من الماء.

٢. درجة الحرارة

تعتبر العلاقة بين ظاهرة التوتر السطحي ودرجة الحرارة علاقة عكسية، فكلما ارتفعت درجة الحرارة قل التوتر السطحي للسائل.

قيم التوتر السطحي:

تتفاوت قيم التوتر السطحي بين عدد من السوائل عند درجات حرارة معينة؛ فمثلاً تصل قيمة التوتر السطحي عند درجة 20°C للماء (72.86 ± 0.05) ، بينما يتخذ البنزين مثلاً قيمة (28.88) ، بينما تصل قيمة التوتر السطحي في الزئبق إلى نحو (486.5) وهذه القيم بـ N/m .

التوتر السطحي في الحياة اليومية

تقدم ظاهرة التوتر السطحي تفسيراً لكثير من الظواهر الشائعة في حياتنا وكما يلي:

١. فعلى سبيل المثال تأخذ قطرات السوائل أشكال شبه كروية بسبب ظاهرة الشد السطحي، وذلك لأن الكرة هي الشكل الهندسي ذو مساحة السطح الأقل.

٢. كما أن تباين مدى قوى تماسك جزيئات السائل وقوى الالتصاق بالمادة المحيطة بالسائل يفسر لنا لماذا يببل سائل معين بعض المواد في حين أنه لا يببل مواد أخرى.

فعلى سبيل المثال فإن الماء لا ينتشر على الأسطح النايلون أو الأسطح المغطاة بالشمع وذلك لأن قوى تماسك جزيئات الماء مع بعضها البعض أكبر من قوى التصاق الماء بالسطح المشمع، وبالتالي تتجمع قطرات الماء فوق ذلك السطح على شكل قطرات يمكن أن تسقط بسهولة دون أن تببل السطح. وقد تم استغلال هذه الملاحظات في صناعة معاطف المطر والمظلات.

٣. وتقدم ظاهرة التوتر السطحي تفسيراً لإمكانية عمل فقاعات الصابون بينما لا يمكن القيام بعمل فقاعات باستخدام الماء النقي وحده. وذلك لأن الماء النقي لديه قوى توتر سطحي كبيرة، ولكن بإضافة منشطات السطوح (كالصابون) إليه تقل تلك القوى بأكثر من عشر أضعاف، وبذلك يصبح من الممكن عمل فقاعات ذات سطوح كبيرة بكتلة قليلة من السائل.

٤. كما أن إضافة الصابون إلى الماء تجعله منظفاً ممتازاً عبر تقليل توتره السطحي وبالتالي تجعله قادراً على تبليل والإحاطة بالأوساخ لتسهيل إزالتها. ويمكنك التحقق من ذلك باستخدام بعض الصابون حتى تتمكن من مزج الماء بالزيت مثلاً. حيث يعمل **الصابون** في هذه الحالة على **تقليل التوتر السطحي** متيحاً إمكانية عمل قطرات ضئيلة الحجم من الزيت داخل مقدار من الماء أو العكس. بينما لو لم يكن الصابون موجوداً لما امتزج السائلان وذلك لأن قوى التوتر السطحي لدى كل من السائلين أكبر من قوى تماسك أحدهما مع الآخر. كل هذه الأمور تظهر الأهمية البالغة لظاهرة التوتر السطحي.

٥. ومن الملاحظات الأخرى التي تفسرها ظاهرة التوتر السطحي هو تكوين بعض السوائل لسطح محدب أو سطح مقعر عند وضعها في وعاء أنبوبي. وذلك يعود لتباين قوة التوتر السطحي وقوة التصاق جزيئات السائل بالوعاء المحيط.

الطاقة السطحية: Surface Energy

لكي نقوم بزيادة مساحة سطح السائل فإنه من الضروري أن نحضر بعض جزيئات من داخل السائل إلى سطح السائل وهذا يتطلب **التغلب على قوى التماسك** بين جزيئات السائل وهذا يعني بذل شغل للتغلب على هذه القوة. وعلى هذا الأساس فإنه يتضح أن **طاقة الجزيئات على سطح السائل أكبر من طاقة الجزيئات داخل السائل ويطلق على هذه الزيادة اسم طاقة السطح.**

ولحساب قيمة الشغل المسبب لزيادة طاقة السطح وقيمة القوة المسببة له نبحث الحالة التي يزداد فيها سطح السائل. لنأخذ غشاء من سائل على إطار من السلك ذو ثلاثة أضلاع ويتحرك سلك طوله L بحرية على الضلعين الآخرين. فإذا أثرتنا على هذا السلك بقوة F في مستوى الإطار وعمودياً على السلك، فيكون الشغل المبذول بهذه القوة أثناء حدوث إزاحة قدرها b يعطى بالعلاقة :

$$W = F \cdot b$$

