مثال(3): قارورة مدرجة كتلتها 30g وهي فارغة، و81g وهي مملوءة بالماء، و 68g وهي مملوءة بالزيت. احسب كثافة الزيت.

الحل: نجد أولا:حجم القارورة من العلاقة $\rho = \frac{m}{V}$ باستخدام بيانات الماء:

$$V = \frac{m}{\rho}$$

$$V = \frac{(81-30)\times10^{-3}\ Kg}{1000\ Kg/m^3}$$

$$V = 51\times10^{-6}\ m^3$$

أذن بالنسبة للزيت يكون:

$$\rho_{oil} = \frac{m_{oil}}{V}$$

$$\rho_{oil} = \frac{(68-30)\times10^{-3}\ Kg}{51\times10^{-6} m^3}$$

$$\rho_{oil} = 745\ Kg/m^3$$

مثال(4): الوزن النوعي للحديد هو 7.8. احسب كثافته وكتلة $300cm^3$ منه.

الحل:

$$SG = \frac{\rho}{\rho_{H_2O}}$$

$$\rho = 7.8 \times 1000\ Kg/m^3$$

$$\rho = 7800\ Kg/m^3$$

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$m = \rho V$$

$$m = 7800\ Kg/m^3 x 0.0003\ m^3$$

$$m = 2.34\ Kg$$

التوتر (الشد) السطحي: Surface Tension

المقدمة:

هو ذلك التأثير الذي يجعل الطبقة السطحيّة لأي سائل تتصرف كورقة مرنة. والذي يسمح للحشرات بالسير على الماء ، وطفو الأشياء المعدنية الصغيرة كالإبر،أو أجزاء ورق القصدير على سطح الماء. وهناك تأثيرات أخرى مثل، ميل السوائل للتكور في صورة قطرات وأن الماء مثلا يبلل سطح بعض المواد مثل الزجاج بينما يتكور ولا يبلل أسطح مواد أخرى مثل الشمع. من المعروف أيضا أن الماء يرتفع في الأنابيب الشعرية و هو ما يسمى بالخاصيّة الشعريّة بينما ينخفض مستوى سطح الزئبق في الأنبوبة الشعرية التي تغمر فيه وكذلك هناك العديد من الظواهر التي تدلل على التوتر السطحي.

التوتر (الشد) السطحي في الحياة اليومية:

تقدم ظاهرة التوتر السطحي تفسيراً لكثير من الظواهر الشائعة في حياتنا. فعلى سبيل المثال تأخذ قطرات السوائل أشكال شبه كروية بسبب ظاهرة الشد السطحي، وذلك لأن الكرة هي الشكل الهندسي ذو مساحة السطح الأقل. كما أن تباين مدى قوة قوى تماسك جزيئات السائل وقوى الالتصاق بالمادة المحيطة بالسائل يفسر لنا لماذا يبلل سائل معين بعض المواد في حين أنه لا يبلل مواد أخرى. فعلى سبيل المثال فإن الماء لا ينتشر على الأسطح النايلونية 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 تبلل السطح. وقد تم استغلال هذه الملاحظات في صناعة معاطف المطر والمظلات.

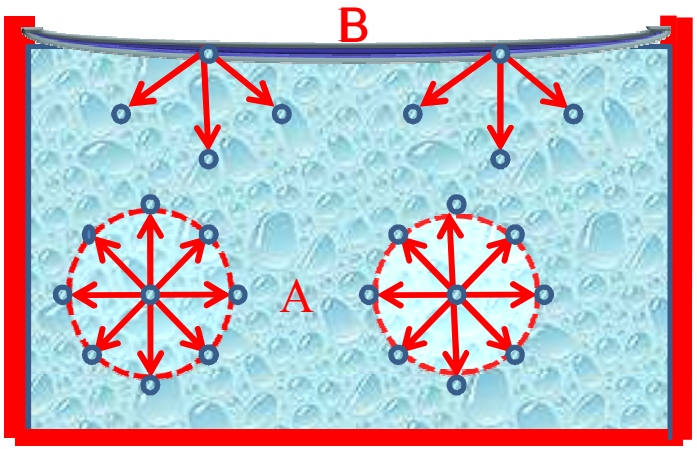
وتقدم ظاهرة التوتر السطحي تفسيراً لإمكانية عمل فقاعات الصابون بينما لا يمكن القيام بعمل فقاعات باستخدام الماء النقي وحده، وذلك لأن الماء النقي لديه قوى توتر سطحي كبيرة، ولكن بإضافة منشطات السطوح (كالصابون) إليه تقل تلك القوى بأكثر من عشر أضعاف، وبذلك يصبح من الممكن عمل فقاعات ذات سطوح كبيرة بكتلة قليلة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

كما أن إضافة الصابون إلى الماء تجعله منظفاً ممتازاً عبر تقليل توتره السطحي وبالتالي تجعله قادراً على تبليل والإحاطة بالأوساخ لتسهل 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.

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.

النظرية الجزيئية والتوتر (الشد) السطحى

سبب التوتر (الشد) السطحي:



يحدث التوتر السطحي بسبب التجاذب بين جزيئات السائل بواسطة التغير في قوى الجزيئات الداخليّة.
في معظم السوائل كل جزيء (A) داخل السائل يتأثر بقوى تجاذب متساوية من جميع الاتجاهات بواسطة جزيئات السائل المحيطة به ، ولذا تكون القوى المؤثرة عليه متزنة أي تكون محصّلة هذه القوى تساوى صفر.

وعند سطح السائل تسحب الجزيئات (B) بواسطة الجزيئات الأخرى داخل السائل.
لماذا؟

لان القوى المؤثرة على هذا الجزيء تصبح غير متوازنة و السبب في ذلك هو أن جزىء من نصف الكرة العلوي يقع فوق سطح السائل و بذلك يكون عدد الجزيئات الجاذبة فيه أقل من تلك الموجودة في النصف الأسفل و تكون هناك محصلة لقوة الجذب إلى داخل السائل.

وكلما زاد اقتراب الجزيء من سطح السائل فإن حالة عدم الاتزان تزداد حتى تبلغ قيمتها العظمى عندما يكون الجزيء على سطح السائل. و لذلك فإن الجزيئات الموجودة على سطح السائل تتعرض إلى قوى جذب كبيرة في اتجاه داخل السائل. هذه القوى تجعل سطح السائل يميل إلى التقلص ليصغر في المساحة. وهذه القوى تسبب قوى التوتر لسطح السائل والتي تعرف بقوى التوتر السطحي γ .

ومما سبق تستنتج أن لزيادة سطح السائل لابد من بذل شغل لكي ندفع بعض الجزيئات من داخل السائل إلى سطحه وهذا الشغل سيبذل ضد القوى الجاذبة التي تجذب هذه الجزيئات إلى داخل السائل أي ضد قوى التوتر السطحي. وعلية فإن أي جزيء من الجزيئات الموجودة على السطح تكون له طاقة وضع إضافية بالإضافة إلى تلك التي للجزيء المغمور تحت السطح. (طاقة الجزيئات على سطح السائل اكبر من طاقة الجزيئات داخل السائل).

و يعرف الشغل المبذول لزيادة مساحة سطح سائل ما بمقدار وحدة المساحات عند ثبوت درجة الحرارة بمعامل التوتر السطحى لهذا السائل γ و يتضح من التعريف أن وحداته هي جول/ متر مربع .

وهناك تعريف آخر لمعامل التوتر السطحى γ بأنه القوة المؤثرة عموديا على وحدة الأطوال من السائل.

$$\gamma = F/L$$