

تجربة غشاء الصابون

نأخذ سلكاً على شكل حرف U وسلكاً آخر ينزلق عليه يغطس في محلول الصابون أولاً ثم يبعد، انظر الشكل (٨)، والصابون سوف يكون غشاءً يسحب السلك المنزلق نحو الأعلى والذي وزنه القليل  $w_0$ . ولجعل السلك المنزلق في حالة توازن يعلق وزن آخر مثل  $w$  فيه ومحصلة القوى  $(w + w_0)$  يمكنها ان تثبت السلك المنزلق في أي وضع بغض النظر عن مساحة الغشاء بشرط ثبوت درجة حرارة الغشاء. وهنا يجب ملاحظة أن هذا يختلف بشكل تام عن خواص المرونة التي تمتلكها صفيحة من المطاط حيث تزداد القوة اللازمة لسحب الصفيحة كلما ازدادت مساحتها أثناء السحب. لنفرض أن طول السلك المنزلق هو  $L$ ، فالطول الكلي الذي تعمل عليه قوة الشد السطحي هو  $2L$  لأن للغشاء سطحين. وان معامل الشد السطحي، الذي يرمز له  $\gamma$ ، هو القوة المؤثرة عمودياً على وحدة الطول وباتجاه مماس لسطح السائل

$$\gamma = F/2L$$

إذا فرضنا ان القوة المسلطة على السلك  $F$  تستطيع تحريك السلك مسافة مقدارها  $dx$  وبذلك تنجز شغلا مقداره  $dW$

$$dW = Fdx$$

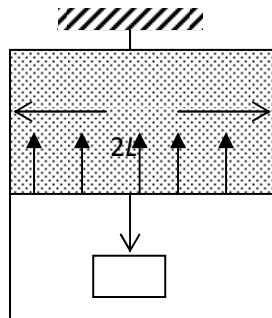
$$dA = 2Ldx \quad \text{بالقسمة}$$

$$\frac{dW}{dA} = \frac{Fdx}{2Ldx}$$

$$\gamma = F/2L$$

بدلالة الشغل المبذول

يمكن تعريف الشد السطحي لغشاء الصابون : على انه الشغل اللازم لزيادة مساحة سطح الغشاء في وحدة المساحة وحداته  $J/m^2$  او  $erg/cm^2$



مثال/ استخدم مزيج من الكلوروفورم والبنزين بنسبة ٢٠% و ٨٠% حجما على التوالي احسب كثافة شريحة صغيرة تبقى عالقة في المزيج علما أن كثافة البنزين تساوي ٨٧٩ كغم / م<sup>٣</sup> ، كثافة الكلوروفورم تساوي ١٥٢٧ كغم / م<sup>٣</sup>

الجواب/

حجم البنزين  $V_1$  وكثافته  $\rho_1$

حجم الكلوروفورم  $V_2$  وكثافته  $\rho_2$

الحجم الكلي  $V = V_1 + V_2$  ، كثافة المزيج  $\rho$  ، والكتلة الكلية  $m$

$$M = \rho_1 V_1 + \rho_2 V_2$$

$$\rho = m/V = \frac{\rho_1 V_1}{V_1 + V_2} + \frac{\rho_2 V_2}{V_1 + V_2}$$

$$\%80 = \frac{V_1}{V_1 + V_2} = \text{نسبة حجم البنزين}$$

$$\%20 = \frac{V_2}{V_1 + V_2} = \text{نسبة حجم الكلوروفورم}$$

$$\rho = 879 * 80\% + 1527 * 20\%$$

$$= 1008.6 \text{ kg/m}^3$$

مثال / أنبوب على شكل حرف U نصف قطريه يساوي (2.5) ملم و (1) ملم يحتوي على مادة زيتية الشد السطحي ( $7 \times 10^{-2}$ ) نت/م<sup>2</sup> وكثافتها ( $1 \times 10^3$ ) كغم/م<sup>3</sup> افرض ان زاوية التماس تساوي صفر . اوجد الفرق بين ارتفاعي السائل في الذراعين ؟

الحل /

الضغط على جهة التحدب يفوق الضغط على جهة التقعير بمقدار  $2\gamma/r$

$$r_1 = 2.5 \times 10^{-3} \text{ m} , r_2 = 1 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$P_2 - P_1 = 2\gamma/r = 2 * 7 * 10^{-2} / 2.5 * 10^{-3} = 56 \text{ N/m}^2$$

$$P_2 = P = \text{الضغط الجوي}$$

$$P_1 = P - 56$$

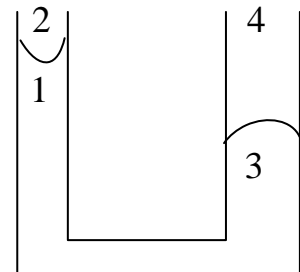
$$P_4 - P_3 = 2\gamma/r = 2 * 7 * 10^{-2} / 1 * 10^{-3} = 140 \text{ N/m}^2$$

$$P_4 = P = \text{الضغط الجوي}$$

$$P_3 = P - 140$$

$$P_1 - p_3 = (p - 56) - (p - 140) = 84 \text{ N/m}^2$$

$$P_1 = p_3 + \rho gh$$



## محاضرات الحرارة وخواص المادة / المرحلة الأولى

$$P_1 - p_3 = \rho gh = 84$$

$$h = 84 / 9.8 \times 10^3 = 8.6 \text{ mm}$$

الفرق بين الارتفاعين

مثال/ في ورشة لتصليح السيارات يوجد رافعة سلط ضغط على المكبس الاصغر والذي قطره ٥ سم والذي انتقل الى المكبس الاكبر نصف قطره ٢٠ سم . احسب

- القوة المؤثرة على المكبس الاصغر لتتمكن من رفع السيارة وزنها ٢٠٠٠٠ ن
- الضغط اللازم لأنتاج هذه القوة

الحل/ حيث ان الضغط ينتقل كاملا الى كل نقطة داخل السائل فانه يمكن كتابة

$$F_1 = \frac{A_1}{A_2} F_2$$

$$= \frac{\pi (5 \times 10^{-2})^2}{\pi (20 \times 10^{-2})^2}$$

$$1250 \text{ N}$$

$$P = F_1 / A_1 = 1250 / \pi (5 \times 10^{-2})^2$$

$$P = 1.59 \times 10^5 \text{ N/m}^2$$

م/ اسطوانة بها غاز مضغوط كثافته (1.25 كغم/م<sup>٣</sup>) درجة حرارته ٤٩ م<sup>٠</sup> وزنه الجزيئي (28.8 غم / مول ) وصلت الاسطوانة بمقياس المانومتر اذا اعتبرنا ان الغاز مثالي احسب ارتفاع الزئبق داخل عمود المانومتر علما ان كثافة الزئبق (3.75 كغم/ م<sup>٣</sup>)؟

الحل /

$$PV = nRT$$

$$p = \rho gh$$

$$T = 49 + 273 = 322 \text{ K}$$

$$n = m/M ; V = m/\rho$$

إذن

محاضرات الحرارة وخواص المادة / المرحلة الأولى

$$\frac{P m}{\rho} = \frac{mRT}{M}$$

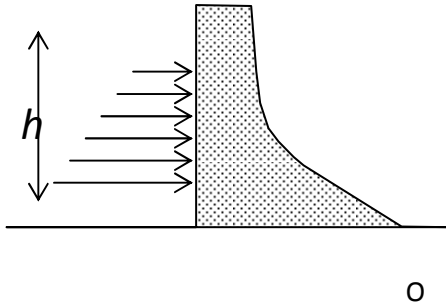
$$P = \frac{\rho R T}{M} = \frac{1.25 \times 10^{-3} \times 8314 \times 322}{28.8} = 116.19 \text{ N/m}^2$$

$$h = \frac{P}{\rho g} = \frac{116.19}{3.75 \times 9.8} = 3.16 \text{ m}$$

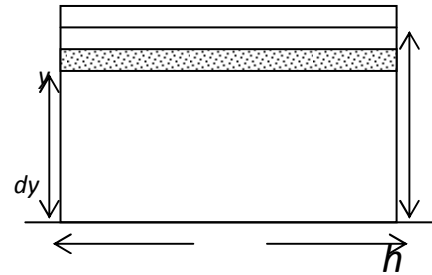
م/ احسب الضغط المطلق على ارتفاع ١٥٠٠ م من سطح المحيط

**القوى على السد:**

لنأخذ الشكل (٩- أ) الذي يظهر فيه عمق الماء  $h$  خلف وجه السد الرأسي المضاد للتيار، والذي يبدي محصلة قوة أفقية على السد تحاول انزلاقه على طول (امتداد) أساسه وعزم معين يحاول قلب السد حول المحور O. وهنا نحاول إيجاد القوة الأفقية هذه وعزمها.



الشكل (٩- أ)



الشكل (٩- ب)

يمثل الشكل (٩- ب) منظرًا لوجه السد المضاد للتيار ونفرض طبقة رقيقة سمكها  $dy$  تقع على عمق  $y$  من سطح ماء البحر. فالضغط على هذه الطبقة عند الارتفاع  $y$  هو:

$$p = \rho g y$$

حيث  $\rho$  هي كثافة ماء السد. يمكن إهمال الضغط الجوي لأنه أيضا يعمل باتجاه مضاد للتيار ضد الوجه الآخر من السد. فالقوة المؤثرة على الطبقة الرقيقة التي مساحتها  $dA$  هي:

$$dF = p dA = \rho g y L dy$$

$$dA = L dy$$

فالقوة الكلية اذن :

## محاضرات الحرارة وخواص المادة / المرحلة الأولى

$$\int_0^F dF = \int_0^h \rho g L y dy$$

وبعد التكامل تكون :

$$F = \rho g L \frac{h^2}{2}$$

ويتضح من المعادلة أعلاه، ان القوة تتناسب طردياً مع عمق الماء في السد

مثال/ احسب محصلة القوة المؤثرة على سد تجمع خلفه الماء بارتفاع ٣٠ م وعرض السد ١٠٠ م  
علما ان كثافة الماء ١٠٠٠ كغم / م<sup>٣</sup>

الجواب/

$$F = \rho g L \frac{h^2}{2}$$

$$F = 0.5 * 1000 * 9.8 * 100 * 900 = 4.41 * 10^8 \text{ N}$$