

سنتر فیوتشر

اعدادی فیزیاء

Subject:.....

الموائع الساكنة

Chapter:.....

Mob: 0112 3333 122

0109 3508 204

الموائع السائلة

الموائع السائلة :- هو علم يقوم بدراسة المواد المائعة في حالات السكون.

تنقسم المواد الى :-

← مواد صلبة "الجوامد" :- وهي مواد تحافظ على حجمها وشكلها وجزئياتها متماسكة ومستقرة في أماكنها والمسافات البينية صغيرة جدا

← مواد مائعة "سائل وغاز" :- هي مواد لا تحافظ على شكلها وقوى التماسك ضعيفة والمسافات البينية كبيرة "غازات و سوائل".

الضغط في السائل

$$P = \rho gh$$

أول الضغط هو عبارة عن القوة المؤثرة عموديا على وحدة المساحات

$$P = \frac{F}{A} = \frac{N}{m^2}$$

و له وحدان قياس [Pascal & torr & atmosphere]

$$1 \text{ Pa "Pascal"} = \frac{N}{m^2}$$

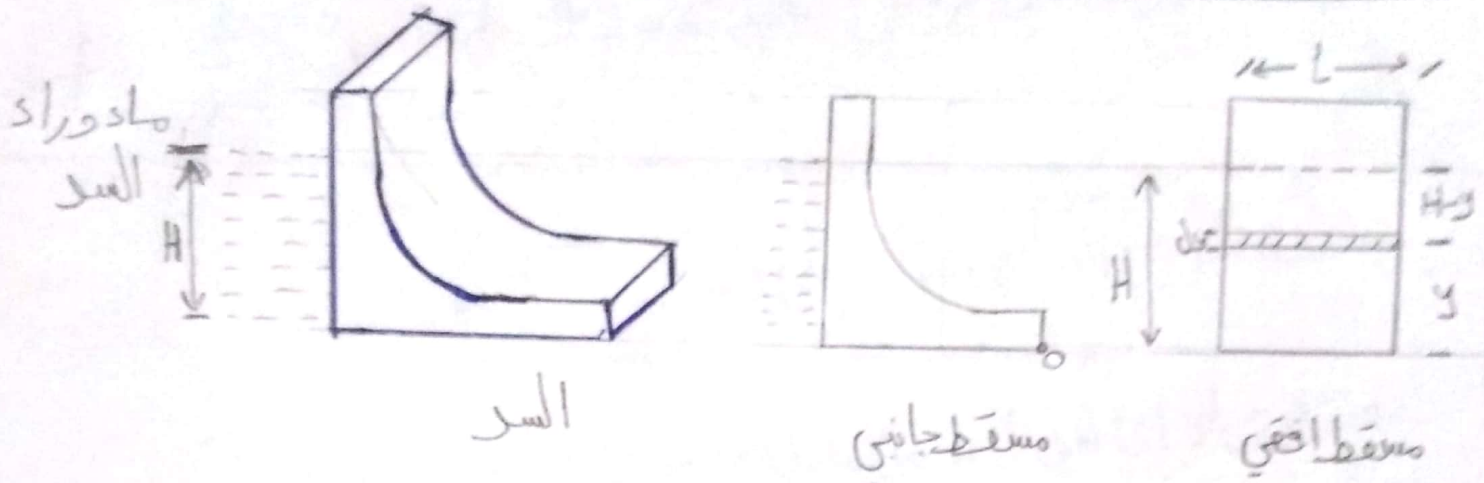
$$\text{torr} = \text{mmHg}$$

$$1 \text{ atm} = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$\text{atmosphere} = \text{atm}$$

$$1 \text{ torr} = 133.32 \text{ Pa}$$

حساب القوة الكلية المؤثرة على سد يحجز الماء خلفه



[٥] حساب القوة الكلية الناشئة عن الماء

- لأن القوة تختلف باختلاف نقاط التأثير على السد "نتيجة ان الضغط يتغير" لذلك نحسب عند نقاط معينة ونقوم بالجمع "التكامل"
- نأخذ شريحة صغيرة "dy" ونحسب القوة عليها "dF"

$$\therefore P = \frac{F}{A} \quad \therefore F = PA$$

$$P = \rho g h$$

ارتفاع الماء عن سطح الشريحة

$$h = (H - y)$$

$$dF = PA = \rho g h A = \rho g (H - y) dA$$

$$dA = L dy$$

$$dF = \rho g (H - y) L dy \rightarrow \textcircled{1}$$

$$F = \int dF = \int_0^H \rho g L (H - y) dy$$

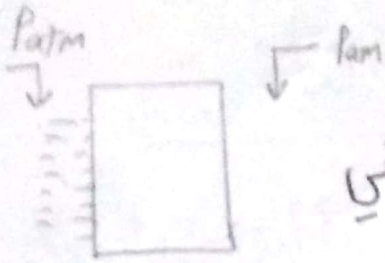
$$= \int_0^H \rho g L H dy - \rho g L y dy$$

$$= \rho g L H y \Big|_0^H - \rho g L \frac{y^2}{2} \Big|_0^H$$

$$= \frac{1}{2} \rho g L H^2$$

ملحوظات

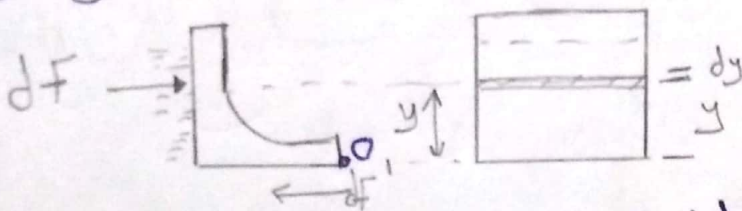
- الضغط الجوي هنا لا يؤثر "يُهمل" له هناك على جانبي السد



حساب العزم الكلي المؤثر على السد (٢)

- عند إنشاء أي سد لابد من معرفة عزوم القوى عليه

- نتيجيات وجود القوة المؤثرة على السد ووجود السد على قاع النهر "أرض" فيتولد قوة رد فعل من الأرض على السد تضاد قوة التأثير وتساريفها في المقدار



- لحساب جزء من العزم (٢) الناشئ عن جزء من القوة dF على الشريطة dy حول نقطة "أسفل السد"

$$\text{العزم} = \text{القوة} \times \text{الذراع}$$

$$d\Gamma = dF \cdot y$$

$$\text{From ①} \quad dF = \rho g L (H - y) dy$$

$$d\Gamma = \rho g L y (H - y) dy$$

$$\Gamma = \int d\Gamma = \int_0^H \rho g L y H dy - \rho g L y^2 dy$$

$$= \rho g L H \frac{y^2}{2} \Big|_0^H - \rho g L \frac{y^3}{3} \Big|_0^H$$

$$\Gamma = \frac{1}{6} \rho g L H^3$$

حساب الارتفاع الفعال " الارتفاع المؤثر - نقطته التأثير "

هو الارتفاع او النقطه التي ستؤثر عليها القوة الكلية F لتفعل
عن Γ الازدواج Γ

$$\Gamma = F \cdot \bar{H}$$

$$\frac{1}{6} \rho g L H^3 = \frac{1}{2} \rho g L H^2 \bar{H}$$

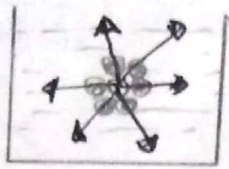
$$\bar{H} = \frac{1}{3} H$$

أي ان \bar{H} تقع على بعد ثلث الارتفاع من القاع او ثلث الأعق
من السطح.

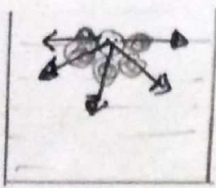
خاصية التوتر السطحي :-

التوتر السطحي :- عبارة عن قوة مؤثرة على وحدة الاطوال من سطح السائل على خط وهمي من خطوط السطح .

- قوة هذولات متبادلات بواسطيات جزيئات سطح السائل
- على المحيط الخارج للسائل .



اذا نظرنا الى جزيء ما موجود داخل باطن مائع فانه يكون تحت تأثير قوى التجاذب من جميع الجزيئات حوله والتي تكون مصلتها على الجزيء تساوي صفر .



ولكن اذا نظرنا الى جزيء موجود على سطح سائل فانه يكون واقع تحت تأثير قوى التجاذب مع الجزيئات بجانبه واسفله فقط فيكون عليه مصلاته قوى الى اسفل والتي تعمل على تحريك الجزيء الى باطن

السائل وهذا يؤدي الى ميل السطح الى الانكماش - نقصان طوله وتكونه الى قطره اذا سمح الامر .

معامل التوتر السطحي :-

نظرا لانه المواد السائليات تختلف في قوة تراكبها باختلافه المادة (كسل-زيتا ماء...) لذا لابد من التفريق بينهم

$$\gamma = \frac{F \lambda}{L} \rightarrow \begin{matrix} \text{قوة التوتر السطحي} \\ \text{طول السطح} \end{matrix}$$

معامل التوتر السطحي

$$\gamma \equiv N/m$$

$$[\gamma] = \frac{MLT^{-2}}{L} = MT^{-2}$$

تطبيقات التوتر السطحي

١) تلور المواد الى قطرات على اى سطح لا يتشرب السائل "المشع" حيث
نتيجة التوتر السطحي تؤدي الى التماسك وجذب بعضها البعض فتكون على
شكل كرة

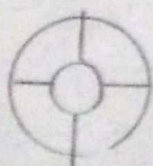
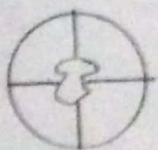


٢) بعض الحشرات الخفيفات "دبور" تستطيع الوقوف على سطح الماء
وذلك لانه وزنها يكون اقل بكثير من قوة التوتر السطحي، $mg < F_\gamma$
٣) ابرة تطفو على سطح ماء.

تطبيق على يوضح التوتر السطحي

- نأخذ سلك معدني على لهيئة حلقات مثبت بداخله خيط حقيق فاذا غمرت
الحلقات بداخل محلول صابون ثم اخرجها نلاحظ انه يكون غشاء رقيق
من محلول الصابون والخيط ياخذ شكل عشوائي.
- وعند قطع الغشاء الرقيق الذي بداخل الخيط نلاحظ انه الخيط ياخذ
شكل دائريا.

وذلك لانه قوى التوتر السطحي تؤثر عوديا على
جميع اجزاء الخيط وللخارج فتسبب نظام الاستدارة
داخل الخيط بسببه التوتر السطحي



بعد اخراج الحلقة
اول مرة ويكون
الغشاء

بعد قطع غشاء
الصابون داخل الخيط

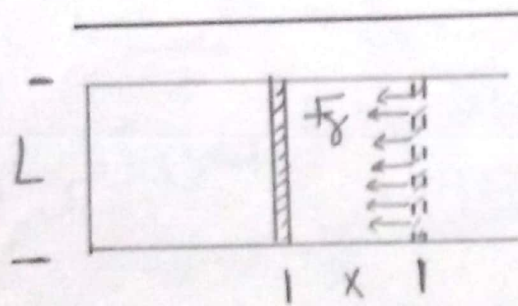
ملاقات السطح للسائل (٥) :-

لهو عبارة عن الشغل اللازم لتكوين وحدة المساحات من سطح السائل

$$\sigma = \frac{\text{الشغل}}{\text{المساحة المتكونة}} = \frac{W}{A}$$

$$\sigma = J/m^2 = \frac{N \cdot m}{m^2} = N/m \quad [\sigma] = MT^{-2}$$

العلاقات بين التوتر السطحي γ وطاقت السطح σ :



- إذا كان عندنا مستطيل من معدن واحد
جوانبه عبارة عن خيط خفيفا وبمثل
ضلع متحرك وحركاته ووضعه داخل
محلول من الصابون .

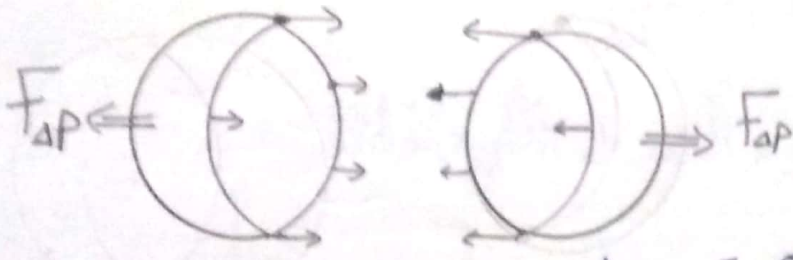
- بعد فترة زمنية قليلة نجد انه جزئيات السائل تجذب الخيط ناحية اليسار
وجذب الطرف الآخر نتيجة قوى التوتر السطحي. "لانه التوتر السطحي يؤدي الى
الانكماش".

- لنرمز لحركات الخيط شغل " $W = F \cdot x$ " حيث F هي قوة التوتر السطحي

$$\sigma = \frac{W}{A} = \frac{F \cdot x}{L \cdot x} = \frac{F \cdot L \cdot x}{L \cdot x} = F$$

التوتر السطحي معاملها = عدديا طاقت السطح ولكن لكل فزيهم مفهوم
مختلفه

- أي شكل جسم "مثل الفقاعات" لابد أن يكون الضغط داخلها = الضغط خارجها حتى يكون لها الشكل الجسمي.
- نتحدث وجود التوتر السطحي الموجود في سطح القطرة بسبب ذلك انخفاض القوة الخارجية تؤدي إلى تولد زيادة في الضغط داخل الفقاعات " ΔP ".



- نتخيل أنه هناك فقاعة غازية تم قسمة نصفين ولها نصف قطر r .
- نجد أن الفقاعة تقع تحت تأثير قوتها متساويتان :-

① قوة الربط نصف الفقاعة ببعض ← قوة التوتر السطحي

$$F_y = \gamma L = \gamma \cdot 2\pi r$$

القوة هنا تحدث على السطح الخارجي للفقاعة "دائرية" ∴ طول محيط دائرة

② قوة تعمل على فصل النصفين والناشئة عن الزيادة في الضغط

$$P = \frac{F}{A} \quad F_{\Delta P} = \Delta P A = \Delta P \pi r^2$$

مساحة الدائرة التي لها تأثير الضغط ∴

ولابد أن تكون الفقاعة متزنة

$$F_y = F_{\Delta P}$$

$$F_y = F_{\Delta P}$$

$$\Delta P \pi r^2 = \Delta P \pi r^2$$

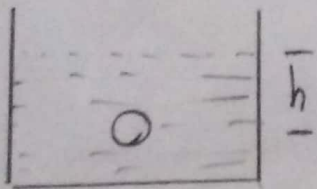
$$\Delta P = \frac{2\gamma}{r}$$

لاحظ
① قوة الضغط الداخلي لا بد ان تساوى قوة التوتر السطحي لانه لو:

$$F_y < F_{\Delta P} \quad \text{A} \rightarrow \text{الفقايات لتنفجر}$$

$$F_y > F_{\Delta P} \quad \text{B} \rightarrow \text{لتنكمش كرمش}$$

④ لو في فقاعات داخل سائل سيكون الضغط الكلي داخلها



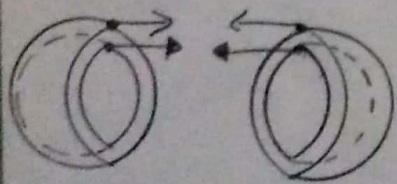
$$P = P_{atm} + \rho g h + \Delta P$$

$$P = P_{atm} + \rho g h + \frac{2\gamma}{r} \rightarrow \text{نا تخرج من التوتر السطحي}$$

تقطعت في باطن سائل الضغط \rightarrow الضغط الجوي \leftarrow

الزيادة في ضغط فقاعات الصابون:-

- عندما درس العلماء فقاعات الصابون وجدوا انه لها سطحان قريبان جدا "من بعض"
- انه ختلاف عن الفقاعات العادية انه لها وجهان داخلي وخارجي "وذلك يؤدي الى حدوث توتر سطحي على الوجهان"



- وجد العلماء انه معامل التوتر السطحي للماء $\gamma_w = \gamma_s = \gamma$
معامل التوتر السطحي للصابون

$$\gamma_w = \gamma_s = \gamma$$

$$r_w = r_s = r$$

الضغط السطحي في السائل
قوى التوتر السطحي

$$F_{\text{surface}} = \gamma \cdot L = \gamma \cdot 2\pi R$$

① قوى التوتر السطحي في السائل

$$F_{\text{surface}} = \gamma \cdot L = \gamma \cdot 2\pi R$$

② // // // السائل في الأنبوب

ولذلك القوة التي ترفع السائل في الأنبوب

$$F_{\text{up}} + F_{\text{surface}} = F_{\text{down}}$$

$$L = 2\pi R = 2\pi \cdot 0.01 = 0.0628 \text{ m}$$

$$R = r = 0.01 \text{ m}$$

$$F_{\text{up}} = 2\pi R \gamma = 4\pi R \gamma$$

③ القوة الناشئة عن فرق الضغط الداخلي

$$F_{\Delta P} = \Delta P \cdot \pi R^2$$

نفس حالة الفقايس الغازية

$$F_{\text{up}} = F_{\Delta P}$$

في الفقايس في حالة التوازن

$$2\pi R \gamma = \Delta P \pi R^2$$

$$\Delta P = \frac{4\gamma}{R} \rightarrow$$

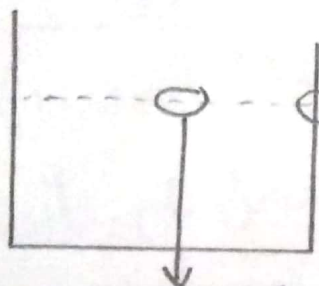
لذلك فإنها لها سطح جانبي

تتقسم قوى التوتر السطحي عند وضع أي سائل في أناء إلى :-

F_{Lv} ① قوى التماسك ← هي قوة الجذب بين جزيئات المائع وبعضها البعض

F_{sL} ② قوى التلاصق ← قوة الجذب بين جزيئات السائل وجدار الأناء الحاوي

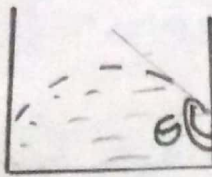
أو أي جسم صلب ملامس له.



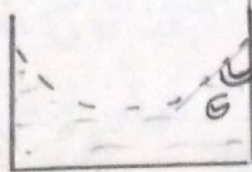
زوايا التلامس " θ "

- هي الزاوية المحصورة بين التماسك لسطح السائل وجدار الأناء وهي محصورة في باطن السائل.

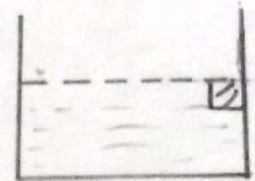
- وجد العلماء أنه عند وضع أي مائع في الحياة في أناء فإن له ثلاث احتمالات:



قوى التماسك < قوى التلاصق
 $F_{sL} < F_{Lv}$
 $\theta_{sL} < \theta_{Lv}$
 $\theta > 90$



قوى التماسك > قوى التلاصق
 $F_{sL} > F_{Lv}$
 $\theta_{sL} > \theta_{Lv}$
 $\theta < 90$

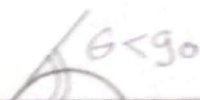
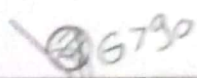


قوى التماسك = قوى التلاصق
 $F_{sL} = F_{Lv}$
 زاوية التلامس $\theta = 90$

- وهذا سبب تحدب وتقعير المواد في الدنايبب الشعريات

- إضافة تضافه إلى الماء أو سائل تميز من خواصه الفيزيائية ومن زوايا التلامس

على :- عند إضافات المنظفات تقوم بتنظيف الملايس والدطابق :-
 لانه اى شائبة "المواد المنظفات" تقوم بتغيير زاوية التلامس
 فالمواد المبللة "المنظفات" تقوم بتغيير زاوية التلامس من 90° الى
 60° حين تعمل على تزييد مساحات التلامس الملامدة مع الجسم
 المراد تنظيفه لتقوم بالتنظيف.



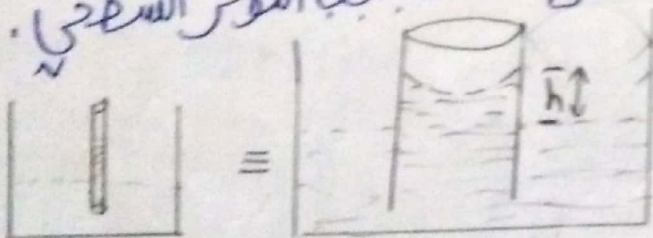
قبل إضافات المنظفات

بعد إضافات المنظفات

- العوار المقاومة للماء "الملايس الواقية من المطر" تعمل على زيادة
 زاوية التلامس.

الخاصية الشعرية

هي ظاهرة ارتفاع أو انخفاض السوائل في الدنايب الضيقة "الشعريات"
 والمفتوحات ذات المساحات مقطع صغيرة "وذلك بسبب التوتر السطحي".



ارتفاع الماء داخل الدناب نتيجة
 التوتر السطحي :-

قوى اللصاق > قوى التماسك

القوى المؤثرة على الماء :-

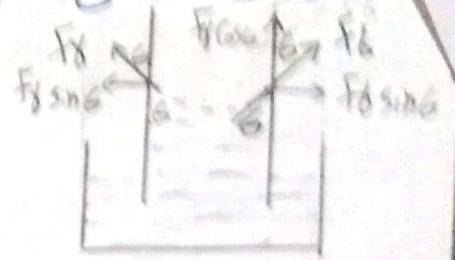
- ① القوة الناشئة عن التوتر السطحي F_s
- ② وزن الماء للمفل

① قوة التوتر السطحي "قوى التماسك"

الدشوات على هيئة أسطوانة ← السائل يتلامس مع جدران الأنبوب على طول الماشية "2πr"

$$F_x = \gamma L = \gamma 2\pi r \cos \theta$$

والبيانات الدفعية تدرشي بعضها البعض

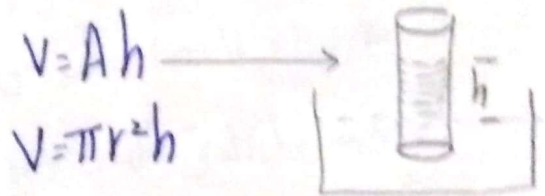


② قوة وزن الماء لأسفل

$$F_z = W = mg$$

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

$$W = \rho V g$$



$$F_z = W = \rho (\pi r^2 h) g$$

ولأن الماء مترن داخل الأنبوب

$$F_z = F_x$$

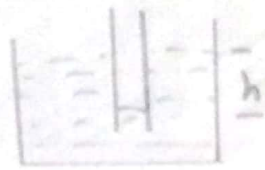
$$2\pi r \gamma \cos \theta = \rho (\pi r^2) h g$$

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

- ويمكن استخدام العلاقات السابقة في تعيين معامل التوتر السطحي لبطريقتين علميتين.

- ونفس الآلية في الترابيع في الدم وفي انتقال السوائل في النباتات.
- لابد أن يكون المقام قليل حتى يكون الارتفاع له قوة ولذلك لابد أن يكون صغيراً لذا نحن في الانابيب الرفيعة.

في حالة استخذ ام التي تبقى بدلا من الماء سيحدث انخفاض في سطح السائل داخل الانابيب وذلك لانه



قوى التماسك < قوى التلاصق

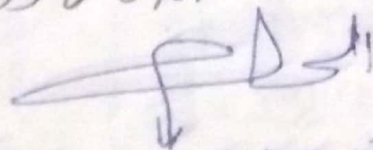
الاستخذ ام للخاصية الشعرية

⑦ ارتفاع الماء في النباتات من الجذر الى الاوراق

⑤ سريان الدم من اى جزء من الجسم الى القلب خلال الاوعية الشعرية الدقيقة

مثال () وعاء نصف قطره 0.01 mm في لب ساق نبات يجعل عصارة الى اعلى احسب ارتفاع العصارة الناشئ عن التوتر السطحي معبى زاوية التماس $\theta = 60^\circ$

ومعامل التوتر السطحي للعصارة $\gamma = 0.072$ وكثافت العصارة $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$



$$h = \frac{2\gamma \cos \theta}{\rho g r} = \frac{2 * 0.072 * \cos 60}{1000 * 9.8 * 0.01 * 10^{-3}} = 1.47 \text{ m}$$