KINGDOM OF SAUDI ARABIA
KSU
FACULTY OF SCIENCES
DEPARTMENT OF PHYSICS

المملكة العربية السعودية
جامعة الملك سعود
كلية العلوم
قسم الفيزياء

Biophysics (209 Phys)

Marwa Telba

1441

الفصل الثاني:
خواص الموائع

- المائع : هو أي مادة قابلة للانسياب و لا تتخذ شكلا محددا.
- امثلة للموائع : جميع السوائل و الغازات.

الفرق بين الموائع و الجوامد:

تختلف الخصـــــائص الفيزيائية للمواد الصـــــلبة عن الموائع بسبب اختلاف القوى التي تربط الجزيئات في كل منهم.

الحالة الصلبة: تكون الجزيئات مقيدة بشكل قوي, لذا يكون له شكل و حجم محددين.

الحالة السائلة: تكون قوى الربط بين الجزيئات كافية لكي تحافظ على حجم محدد و لكنها غير كافية للحفاظ على شكل محدد.

الحالة الغازية: تكون قوى الترابط ضعيفة جدا لذلك لا يكون له حجم و لا شكل معين.

القوة و الضغط في الموائع:

تنتقل القوى في المواد الصلبة بطريقة تختلف عنها في الموائع .

فعندما يتم تطبيق قوة على أحد أجزاء المادة الصلب, فان القوة تنتقل الى الاجزاء الاخرى دون تغيير اتجاه هذه القوة.

بينما في الموائع فان القوة تنتقل بشكل موحد و في جميع الاتجاهات.

السبب في ذلك :

يرجع الى قدرة المائع على التدفق و بالتالي تنتقل القوة بشكل موحد في جميع الاتجاهات.

الضغط

الضغط هومقدار القوة العامودية الناتجة من المائع المؤثرة على وحدة المساحات.

$$P = \frac{F}{A}$$

وحدة قياس الضغط : هي وحدة قياس القوه (النيوتن) على وحدة قياس المساحه (المتر المربع) و يوجد اسم اخر لهذه الوحدة و هي الباسكال.

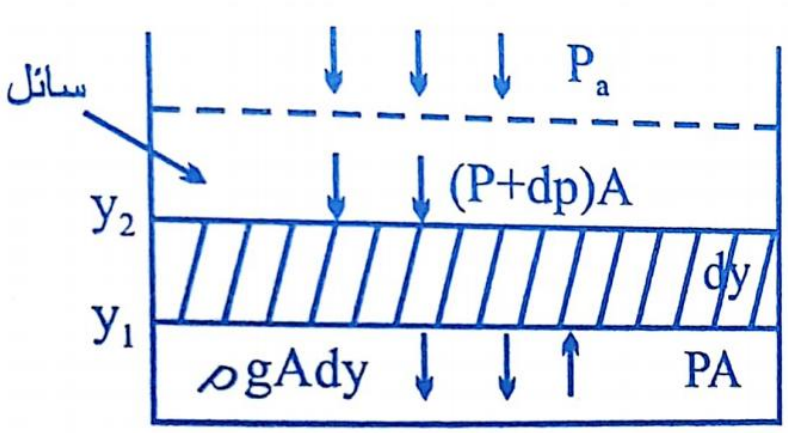
$$1\ Pa = 1\ N/m^2$$

مثال : قاعدة حوض أسماك مساحتها $1000\ cm^2$ فإذا كان الحوض يحتوي على ماء وزنه $400\ \text{N}$. فأوجدي ضغط الماء على قاع الحوض.

$$\because\ 1\ cm^2 = 10^{-4}\ m^2$$

$$P = \frac{F}{A} = \frac{400}{(1000 \times 10^{-4})} = 4000\ \ N/m^2$$

الضغط عند نقطة في باطن السائل:



$$P = P_a + \rho g h$$

حيث :

g هي مقدار تسارع الجاذبيه الارضيه $g = 9.8\, m/s^2$

h هو العمق

P_a هو مقدار الضغط الجوي و يساوي 1 atm

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

اذن يمكننا القول أن العوامل التي يتوقف عليها الضغط عند نقطة في باطن السائل :

1) عمق النقطة h.

2) كثافة السائل ρ .

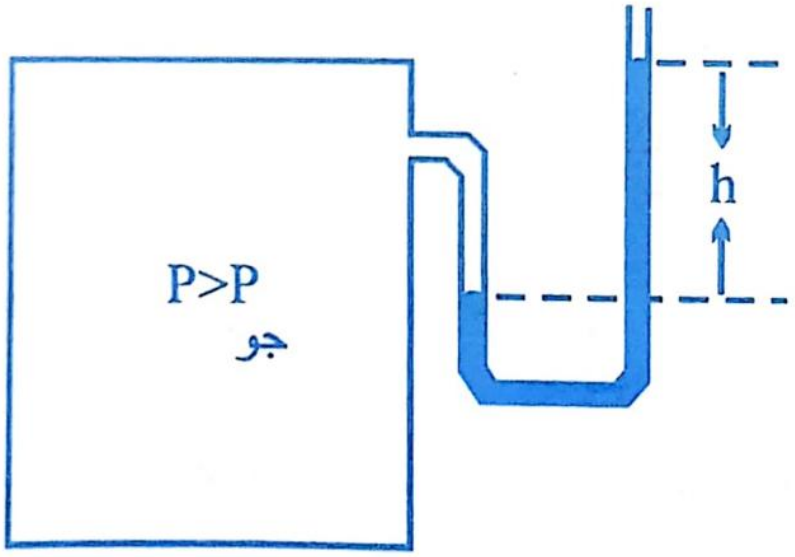
مثال : أوجدي الضغط عند نقطة تبعد مسافة 10 متر أسفل سطح بحيرة علما بأن كثافة الماء تساوي 1000 kg/m.

$$\because \quad P = P_a + \rho g h$$

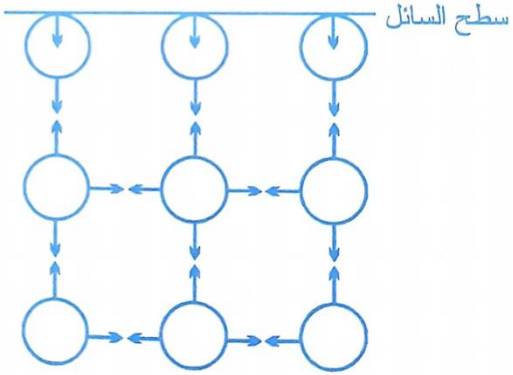
$$= 1.013 \times 10^5 + (1000)(9.8)(10)$$

$$= 1.99 \times 10^5 \ \text{Pa}$$

• أحد الوسائل البسيطة لقياس الضغط هو المانومتر ذو الأنبوبة المفتوحة. أحد طرفي الأنبوبة حرف U المحتوية على السائل مفتوحة أي معرضة للضغط الجوي و الطرف الأخر متصل بالنظام المراد معرفة الضغط فيه.



التوتر السطحي و تطبيقاته الحيوية



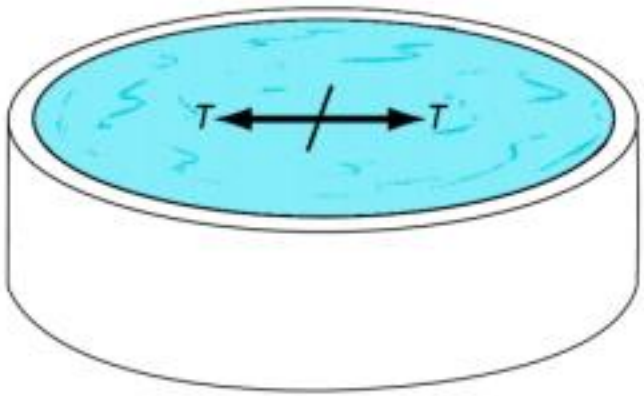
هي ظاهرة في السوائل تجعل الجزيئات الموجودة عند سطحه المعرض تتأثر بقوى جذب نحو باطن السائل فيميل السائل إلى تقليل مساحة سطحه و يبدو مشدودا كغشاء مرن.

و السبب في ذلك : أن جزيئات السائل التي في الداخل تتجاذب مع بعضها البعض بقوى متساوية في جميع الاتجاهات و بذلك تكون محصلة القوى تساوي الصفر, أما الجزيئات التي على السطح فإن محصلة القوى تكون إلى أسفل لأنه ليس هناك جزيئات أعلى لكي تتجاذب معها و ينشأ عن ذلك شد إلى أسفل.

تعريفه : معامل التوتر السطحي هو القوة المؤثرة مماسيا للسطح, عموديا على وحدة الأطوال من سطح السائل و تجذبه إلى أسفل.

$$T = \frac{F_T}{L}$$

ووحدته N / m

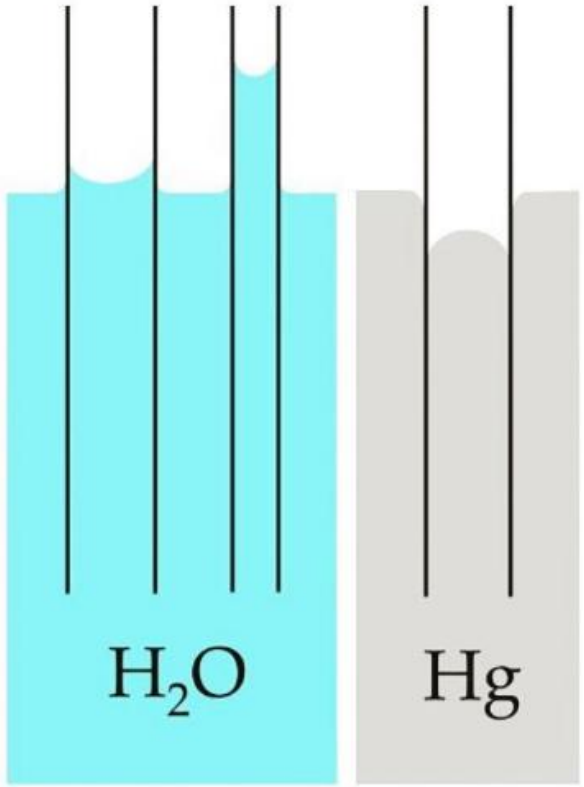


تعاريف:

قوى التماسك : هي قوى التجاذب المتبادلة بين جزيئات المادة الواحدة.

قوى الالتصاق: هي قوى التجاذب المتبادلة بين جزيئات مادتين مختلفتين إحداهما بجوار الأخرى.

عند وضع سائل في وعاء :



❖فإن جزيئات سطح السائل القريبة من الجدار تنجذب الى الجدار بسبب قوة الالتصاق. و في الوقت نفسه تخضع هذة الجزيئات أيضا لقوة تماسك مبذولة بواسطة السائل و هذة القوة تسحب الجزيئات في الاتجاه المعاكس.

تأثير قوى التماسك و قوى الالتصاق على الشكل الذي يتخذه سطح السائل داخل الإناء :

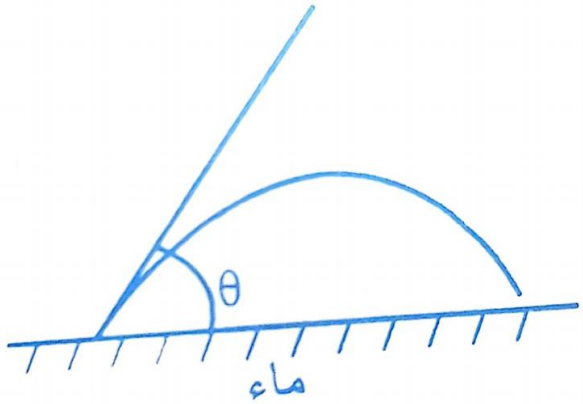
- عندما تكون قوى التماسك أقل من قوى الالتصاق يكون تأثير قوى الالتصاق هو الأكبر فتعمل على جذب جزيئات سطح السائل الملامسة للجدران فترتفع قليلا و يصبح السطح الحر للسائل مقعرا كما في حالة الماء اذا وضع في اناء من الزجاج و عند اذن تكون زاوية الالتصاق اقل من 90 درجة كما أن السائل يبلل جدران الاناء.

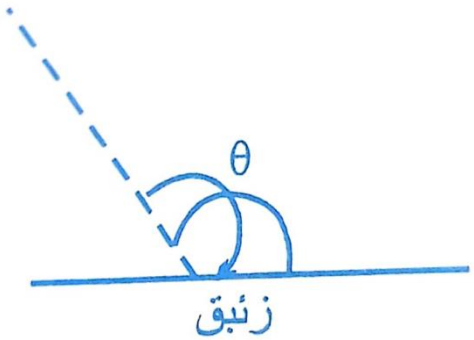
- عندما تكون قوى التماسك أكبر من قوى الالتصاق يكون تأثير قوى التماسك هو الأكبر فينخفض سطح السائل الملامس لجدران الاناء و يصبح السطح الحر للسائل محدبا كما في حالة الزئبق اذا وضع في اناء من الزجاج و عند اذن تكون زاوية الالتصاق أكبر من 90 درجة كما أن السائل لا يبلل جدران الاناء.

اذن:

❖ في حالة السوائل التي تبلل جدران الاناء تكون زاوية الالتصاق عادة أقل من 90 درجة.

❖ في حالة السوائل التي لا تبلل جدران الاناء تكون زاوية الالتصاق عادة أكبر من 90 درجة.





الخاصية الشعرية

هي ظاهرة ارتفاع أو انخفاض السوائل في الأنابيب الشعرية.

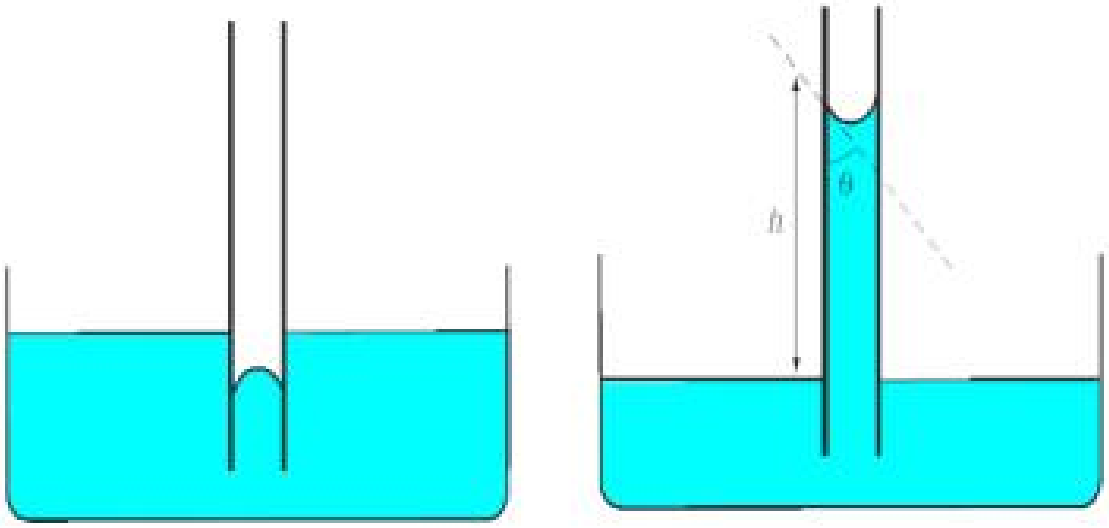
- عندما تكون قوة الالتصاق أكبر من قوة التماسك, يرتفع السائل في أنبوب ضيق إلى ارتفاع محدد h.

- يكون ارتفاع السائل في العامود كالتالي:

$$h = \frac{2T\cos\theta}{R\rho g}$$

حيث ρ هي كثافة السائل, g تسارع الجاذبية الارضيه, R هو نصف قطر العمود و θ هي زاوية الالتصاق.

- إذا كان الالتصاق أصغر من التماسك, تكون الزاوية θ أكبر من 90 درجة. في هذه الحالة ينخفض السائل في الانبوب لان cos θ ستكون سالبة فبالتالي الارتفاع سيكون بالسالب أي ينخفض السائل و لا يرتفع.



العوامل التي يتوقف عليها مقدار ارتفاع أو انخفاض السائل في الأنبوبة الشعريه:

1) معامل التوتر السطحي للسائل : كلما زادت قيمة معامل التوتر السطحي يزيد ارتفاع السائل في الأنبوبه و العكس صحيح.
2) نصف قطر مقطع الأنبوبة الشعرية : كلما زاد نصف القطر يقل ارتفاع السائل في الأنبوبه و العكس صحيح.
3) نوع السائل: فكلما زادت كثافة السائل قل الارتفاع.
4) زاوية الالتصاق بين السائل و الانبوبة الشعرية: عندما تكون الزاوية أقل من 90 درجة أي زاوية حادة فان $\cos\theta$ تكون موجبة و معنى ذلك أن السائل يرتفع في الانبوبة الشعرية.

و عندما تكون الزاويه أكبر من 90 درجة أي زاوية منفرجة أي أن $\cos\theta$ تكون سالبة و معنى ذلك أن السائل ينخفض في الأنبوبة الشعرية.

مثال:

أنبوبة شعرية قطرها الداخلي $0.2\ mm$ وضعت رأسية بحيث غمر طرفها السفلي في كأس به ماء. احسبي ارتفاع الماء في الأنبوبة علما بأن التوتر السطحي للماء $=0.07\ N/m$ و زاوية الالتصاق تساوي الصفر و كثافة الماء $1000\ kg/m^3$.

$$\because D = 0.2\ mm = \frac{0.2}{1000} = 0.2 \times 10^{-3} m$$

$$\Rightarrow R = \frac{D}{2} = \frac{0.2 \times 10^{-3}}{2} = 0.1 \times 10^{-3} m$$

$$\therefore h = \frac{2T}{R\rho g} = \frac{2 \times 0.07}{(0.1 \times 10^{-3}) \times 1000 \times 9.8} = 0.142\ m$$

مثال:

إذا كان التوتر السطحي للزئبق = $0.49\ N/m$ و كثافة الزئبق= $13600\ kg/m^3$ و زاوية الالتصاق = $130°$. فاذا غمست انبوبة زجاجية قطرها $0.3\ mm$ رأسيا في الزئبق فاحسبي ارتفاعه في الأنبوبة.

$$\because D = 0.3\ mm = \frac{0.3}{1000} = 0.3 \times 10^{-3} m$$

$$\Rightarrow R = \frac{D}{2} = \frac{0.3 \times 10^{-3}}{2} = 0.15 \times 10^{-3} m$$

$$\therefore h = \frac{2T cos\theta}{R\rho g} = \frac{2 \times 0.49 \times \cos(130°)}{(0.15 \times 10^{-3}) \times 13600 \times 9.8} = -0.03\ m$$

أي سينخفض الزئبق في الانبوبه بمعدل $0.03\ m \equiv 3\ cm$

مثال (واجب) :

أوجدي معامل التوتر السطحي للماء إذا كان ارتفاعة في أنبوبة شعرية نصف قطرها $0.5\ mm$ عن خارج الأنبوبة هو $20\ cm$ علما بأن كثافة الماء $1000\ kg/m^3$ و تسارع الجاذبيه $9.8\ m/s^2$ و زاوية الالتصاق تساوي الصفر.

سمة أخرى للتوتر السطحي هي ميل السائل لعمل شكل كروي.

- لوحظ هذا الميل بشكل أكثر وضوحا في السائل خارج الإناء. هذا السائل يتشكل على هيئة كرة و هذا ما يمكن ملاحظته في شكل قطرات المطر.
- يكون الضغط داخل السائل الكروي أعلى من الضغط في الخارج. اذن يمكن القول أن الضغط الزائد ΔP في كرة سائل نصف قطرها R هو

$$\Delta P = \frac{2T}{R}$$

- تعرف هذه المعادله بمعادلة لابلاس و التي توضح العلاقة بين الضغط, الشد السطحي و نصف قطر الكرات ذات الأغشية الرقيقة.
- فنلاحظ أن الضغط يتناسب طرديا مع الشد السطحي و عكسيا مع نصف قطر الفقاعة.

مثال:

تم نفخ بالون مطاطي الى دائرة نصف قطرها $0.1\ m$. الضغط داخلها يعادل $1.001 \times 10^5 Pa$ بينما الضغط في الخارج يساوي $10^5 Pa$ فما قيمة التوتر السطحي ؟

$$\because \Delta P = P_2 - P_1 = 1.001 \times 10^5 - 10^5 = 100\ Pa$$

$$\because \Delta P = \frac{2T}{R}$$

$$\Rightarrow T = \frac{\Delta P\ R}{2} = \frac{100 \times 0.1}{2} = 5\ N/m$$

التطبيقات الحيوية للتوتر السطحي:

التوتر السطحي يلعب دورا هاما في النظم البيولوجية فهو المسؤول عن ارتفاع الماء في النبات معاكسا لاتجاه الجاذبية الارضية كما يلعب أيضا دورا هاما في عملية تبادل الغازات خلال الحويصلات الهوائية للرئة و أيضا مهم لبعض الحشرات لكي تتمكن من السير فوق سطح الماء كما أنه المسؤول عن تكون فقاعات الصابون و منعها من الانفجار لمدة قصيرة.