المحاضرة الثالثة

## 1.4 الاهتزاز بالطور السائل *Adsorption*

عند مقارنة قيمة التوتر السطحي ($\gamma$) لمحلول مع قيمة التوتر السطحي لمذيبه($\gamma_o$) ، نلاحظ بان ($\gamma$) يمكن ان تكون أكبر بقليل او أصغر بقليل من($\gamma_o$). لكن في بعض الحالات نرى بان ($\gamma$) أصغر بكثير من ($\gamma_o$) (مثلا واحد مليغرام من المذاب في لتر من مذيب ينقص التوتر السطحي للمذيب الى النصف) فنقول عندئذ بان المذاب فعال توتريا. يمكن تفسير ذلك على النحو التالي: -

اذا افترضنا بان ($F_o$) تمثل قوة التجاذب بين جزيئات المذيب و ($F$) تمثل قوى التجاذب ما بين جزيئات المذيب وجزيئات المذاب. فعندما يكون تركيز المذاب ضعيفا تكون جزيئاته متباعدة عن بعضها البعض وبالتالي فان قوة التجاذب بين جزيئاته تكون مهملة.

عندما تكون ($F_o>>F$) فان جزيئات المذيب تتقارب من بعضها البعض ما أمكن وبسبب ذلك فانها تطرد جزءا كبيرا من جزيئات المذاب الى سطح المحلول وبالتالي فان ازدياد تركيز المذاب على السطح يسمى ادمصاص (امتزاز) في الطور السائل. ويترجم ذلك بوجود طبقة ادمصاص على السطح حيث يكون لتوترها السطحي قيمة أصغر بكثير من قيمة التوتر السطحي للمذيب، ولبيان ذلك ندرس الاتي: -

أ) تغير التوتر السطحي للطبقات السطحية كتابع للسطح: عندما يتغير سطح طبقة منتشرة (ممتزة) فان توترها يتغير تبعا لذلك.

ب) عند ازدياد سطح الطبقة فان التوتر السطحي يزداد وبالعكس ويمكن تفسير ذلك:

عندما يكون السطح الذي تشغله الطبقة كبيرا فان الجزيئات الفعالة توتريا تكون متباعدة عن بعضها البعض. أي ان السطح مكون بشكل أساسي من جزيئات الماء التي تتسبب بتوتر سطحي مرتفع. اما عندما يتناقص سطح الطبقة فان الجزيئات الفعالة توتريا والمجبرة على البقاء على السطح تتقارب وتاخذ مكان جزيئات الماء ولذلك ينخفض التوتر السطحي.

ج) دورة البطاء: تعني انه من اجل نفس القيمة للسطح فان التوتر السطحي لا يملك نفس القيمة عند ازدياد السطح او تناقصه (فهو ذات قيمة أكبر اثناء تزايد السطح).

## 1.5 الاهتزاز على سطح الاجسام الصلبة *Adsorption Due to Solid Surface*

عند ادخال قطعة فحم خشبي في أنبوب اختبار يحتوي على غاز النشادر نلاحظ بان حجم الغاز يتناقص ويمكن ان يختفي. كذلك عند إضافة مسحوق التالك الى محلول ماء ازرق الميثلين وتركه يتثقل نلاحظ ان التالك ذو اللون الأبيض قد أصبح ازرقا وان الماء الذي يعلوه أصبح عديم اللون.

ان عملية تثبيت الغاز او المذاب على سطح الجسم الصلب تسمى ادمصاص (امتزاز) على سطح الاجسام الصلبة وان لهذه الظاهرة تطبيقات كثيرة. ويمكننا ان نستنتج بان الادمصاص من النوع الفيزياوي الذي تعود فيه الروابط ما بين الصلب والمذاب الى قوى ما بين الجزيئات من نوع فاندرفالز (Vander Waals) لكنها اشد مما هي عليه في السوائل لان حقل القوى على سطح الاجسام الصلبة أكثر أهمية.

اما الادمصاص من النوع الكيميائي فتكون الروابط مع الصلب هي روابط مشتركة. وانه ليس من السهل التمييز ما بين هذين النوعين من الادمصاص وبهدف زيادة سطح الادمصاص على الاجسام الصلبة تستخدم هذه الاجسام على شكل مساحيق. واهم التطبيقات لهذه الظاهرة: -

1- في الصناعة *In-Industry* (الاصبغة، اقنعة الغاز)
2- في التحاليل *In-Analysis* (الكروماتوغرافيا الادمصاصية)
3- في طب الاحياء *In-Bio medicin* (ادمصاص نيتروجين الهواء الجوي يسمح بالحصول على هواء غني بالاوكسجين)
4- في المعالجة *In-therapy* (استخدام الكربون في علاج الجوف المعوي بسبب خواصه الادمصاصية للسموم ونواتج التخمر)

## 1.6 اللزوجة *Viscosity*

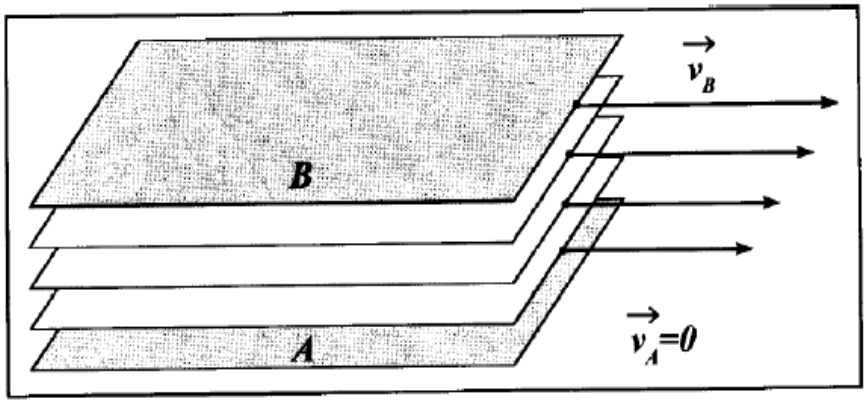
عندما يتحرك جسمان صلبان متلامسان بسرعتين مختلفتين تعمل على السطح الفاصل بينهما قوى احتكاك *Frictional Force* تظهر من خلال تحول الطاقة الى حرارة ومن تباطؤ الجسم الصلب الأكثر سرعة.

اما فيما يتعلق بالموائع فان ظواهر مشابهة تحدث عندما لا تتحرك جميع جزيئات المائع بنفس السرعة لكنها تختلف عن الاجسام الصلبة من حيث ان السرعة داخل المائع تتغير تدريجيا أي ان الاحتكاك لا يحدث على السطح الفاصل الذي لا وجود له بل يحدث داخل المائع ولذلك نطلق عليه اسم لزوجه *Viscosity* على الاحتكاك بين جزيئات المائع.

**مثلا**: إذا وضعنا في مائع معين صفيحتين معدنيتين متوازيتين ($A$،$B$ ) تتحركان بسرعتين مختلفتين $\vec{v}_A, \vec{v}_B$ ,مثلا نفرض ($v_A$=o) كما موضح بالشكل (1-5) نستنتج بان: -

**1**-جزيئات المائع الملامسة للصفيحة $A$ لا تتحرك ابدا، بينما جزيئات المائع الملامسة للصفيحة $B$ تتحرك بسرعه مساويه ($v_B$) وبالتالي نتوصل الى ان جزيئات المائع الملامسة للجسم الصلب تكون ملتصقه مع هذا الصلب وبالتالي تتحرك بسرعه مساوية لسرعته.

**2**-تتغير سرعه السائل تدريجيا ما بين ($A$،$B$ ) من $v_A=o$ الى $v_B$ أي ان السائل يسلك سلوكا كما لو كان مكونا من مجموعة صفائح موازيه للصفائح المعدنية.




**الشكل (1-5) حركة جزيئات المائع بالنسبة لصفيحتين أحداهما ثابتة والأخرى متحركة**

## 1.7 الحركات الانتقالية للموائع *Transition Movements of Fluids*

يعرف التدفق على انه كمية المائع التي تجتاز مقطعا سطحيا ($S$) من قناة خلال وحده الزمن. وبما انه غالبا ما يعبر عن كميه المائع بحجمه لذا فالتدفق ($D$) هو عباره عن الحجم ($dV$) الذي يجتاح المقطع ($S$) خلال وحده الزمن ($dt$) ومنه: -

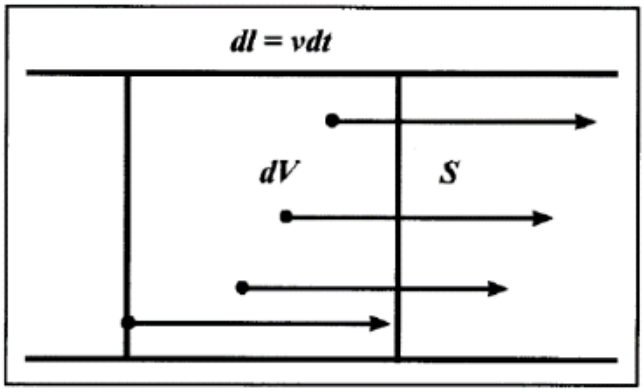
$$D = \frac{dV}{dt}$$

فاذا كانت سرعه المائع ($v$) كما في الشكل(6-1). فانه خلال الزمن $dt$ تستطيع الجزيئات التي تبعد عن ($S$) مسافه اقل من ($dl=vdt$) ان تجتاز ($S$) وبالتالي فالحجم :

$$dV = sdl = sv.dt$$

هو الذي يجتاز ($S$) أي ان: -

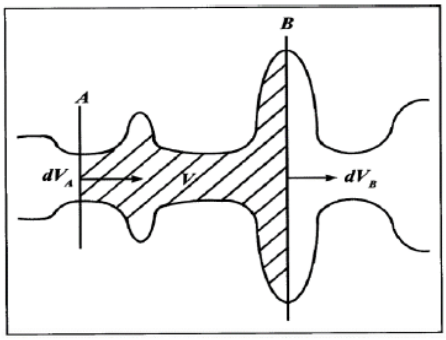
$$D = \frac{dV}{dt} = \frac{svdt}{dt} = sv$$




شكل (6-1)

تعبر معادلة الاستمرارية ($D=sv$) عن انحفاظ المادة. حيث يعبر عن التدفق في النظام الدولي بوحدة ($m^3/sec$) اما في النظام الكاوسيه CGS فوحده التدفق هي ($cm^3/sec$).

عندما يحصر مقطعان ($A$،$B$) حجما ($V$) من قناة **محيده** جدرانها غير مرنه وذات شكل ما ولا تحتوي على ثقوب، وعندما يكون نظام الانسياب مستمرا (مثلا مليئة بالماء) كما موضح في بالشكل (7-1) نلاحظ النقاط التالية: -




شكل (7-1) انسياب مستمر خلال قناة جدرانها مرنه ذات شكل غير محدد

1-خلال الزمن $dt$ يدخل من $A$ الى الحجم $V$ حجما من المائع قدره ($dV_A$).

2-خلال الزمن $dt$ فانه من المقطع $B$ يخرج من الحجم $V$ حجما قدره ( $dV_B$)، وبما ان الحجم $V$ ثابت فان: -

$$dV_A=dV_B$$

إذا

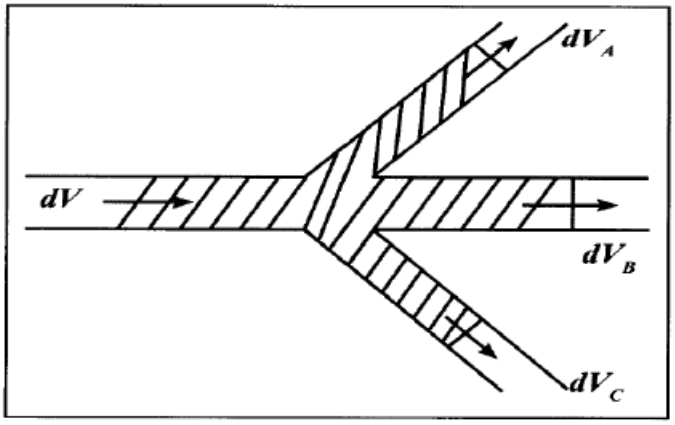
$$\frac{dV_A}{dt}=\frac{dV_B}{dt}$$

ومنه

$$D_A=D_B$$

أي انه في قناة وحيده وفي لحظه محدده يكون للتدفق نفس القيمة على طول القناة.

اما بالنسبة لقناة **متفرعة** كما في الشكل (8-1) نلاحظ ان: -




شكل (8-1) تدفق المائع في قناة مفرغة

ما يدخل الى الحجم $V$ خلال الزمن $dt$ يساوي الى ما يخرج من الحجم $V$ خلال نفس الزمن أي ان:

$$dV = dV_A + dV_B + dV_C$$

$$\frac{dV}{dt} = \frac{dV_A}{dt} + \frac{dV_B}{dt} + \frac{dV_C}{dt}$$

ومنه

$$D = D_A + D_B + D_C$$

أي ان التدفق في القناة الرئيسية يساوي الى مجموع التدفقات في الأقنية الفرعية. وبالرجوع لمعادله الاستمرارية *Continuity Equation* نستطيع ان نكتب ان

$$\text{السرعه} = \frac{\text{مقدار التدفق}}{\text{مساحه المقطع}}$$

فاذا كانت قناة وحيدة وكان مقطعها ثابتا يكون للسرعة عندئذ قيمة ثابتة على طول القناة.

اما إذا احتوت القناة على اتساع فان السرعة في مستوي الاتساع تكون اخفض، أي ان للسرعة قيمة اقل عند الاتساع مما هي عليه في بقية مناطق القناة. وكذلك عند الاختناق الموجود في القناة فان المقطع يتناقص وبالتالي فان قيمه السرعة تكون أكبر مما هي عليه في بقية مناطق القناة. وسنناقش في هذا الصدد الحالتين التاليتين: -

### 1.7.1-موائع مهمله اللزوجة *Minor Viscosity Fluids*

لا يوجد مائع لزوجته معدومة حيث ان كل مائع يتحرك يحدث احتكاكا، ويمكن الاقتراب تدريجيا من شروط اللزوجة المعدومة وذلك عندما يكون الانسياب في قناة مقطعها كبير وطولها صغير لمائع لزوجته ضعيفة ويتحرك بسرعه ضعيفة أيضا. وسنناقش بعض المفاهيم:

***الطاقة الكلية *Total Energy***

نعلم انه من اجل جسم صلب كتلته $m$ يتحرك بسرعه $v$ موجود على ارتفاع $h$ ويخضع لتسارع الجاذبية الأرضية $(\vec{g})$ تكون الطاقة الكلية عبارة عن مجموع الطاقة الكامنة $(mgh)$ *Potential Energy* والطاقة الحركية $(1/2\ mv^2)$ *Kinetic Energy* أي ان: -

(الطاقة الكامنة + الطاقة الحركية = الطاقة الكلية)

اما بالنسبه لمائع حجمه $V$ يتحرك بسرعه $v$ وكتلته $m$ وموجود على ارتفاع $h$ ويخضع لتسارع الجاذبية الأرضية $(\vec{g})$ فانه يملك بالإضافة للطاقة الحركية والطاقة الكامنة طاقة ضغطية $(PV)$ تعود لخضوع المائع للضغط $P$. لذا فان الطاقة الكلية للمائع تعطى بالعلاقة التالية: -

$$\text{الطاقه الكليه} = mgh + \frac{1}{2}mv^2 + PV$$

عند حركة مائع مثالي وهذا يعني مجرد من الاحتكاك (معدوم اللزوجة) وغير قابل للانضغاط فان طاقتة الكلية تبقى ثابته اثناء الانسياب أي ان: -

$$mgh + \frac{1}{2}mv^2 + PV = C^{te}$$

بالقسمة على الحجم $(V)$

$$\frac{mgh}{V} + \frac{1}{2}\frac{mv^2}{V} + P = C^{te}$$

ومن علاقة الكتلة الحجمية $(\rho)$

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

يمكننا الحصول على معادلة برنولي *Bernoulli's Equation*

$$\rho gh + \frac{1}{2}\rho v^2 + P = C^{te}$$

*والتي تعبر عن انحفاظ الطاقة حيث ان*: -

$\rho gh$ ضغط الثقالة (الطاقة الكامنة لوحدة الحجم).

$1/2\ \rho v^2$ ضغط حركي (الطاقة الحركية لوحدة الحجم)

$P$ الطاقة الكامنة لوحدة الحجم والعائدة الى الضغط والذي يأخذ احدى التسميات التالية:

1-ضغط بشكل مختصر 2-ضغط انتقالي 3-ضغط سكوني

أي انه يعبر عن الضغط المطبق على جزيء السائل. عندما يكون المائع ساكنا فان سرعته تكون معدومة وبالتالي: -

$$\frac{1}{2}\rho v^2 = 0$$

إذا

$$\rho g h + P = C^{te}$$
$$P = C^{te} - \rho g h$$

تصلح هذه العلاقة للاستعمال حتى وان كانت اللزوجة غير معدومة لأنها لا تظهر عندما تكون السرعة معدومة. إذ عند نفس الارتفاع ($h$) نفس المستوي الافقي) يكون للضغط نفس القيمة ومن جهة أخرى إذا تغيرات $h$ بمقدار $\Delta h$فان $P$ يتغير بمقدار $\Delta P$اي ان: -

$$\Delta P = -\rho g\, \Delta h$$

وهذا يعني انه عندما يزداد الارتفاع فان ($\Delta h$) تكون موجبة بينما $\Delta P$ تكون سالبة. أي ان الضغط يتناقص والعكس صحيح. اما عندما تكون القناة افقية ومقطعها ثابت يكون $P$ ثابتا على طول القناة. وانه عند وجود اتساع في القناة الأفقية فان الضغط عند مستوي الارتفاع يكون أكبر مما هم عليه في بقية أجزاء القناة. بينما في حالة وجود اختناق في القناة الأفقية فان قيمة الضغط عند مستوى الاختناق تكون اقل مما هي عليه في بقية أجزاء القناة.

*مثال) توسع الأوعية الدموية يتكون في وعاء دموي صغير ينتقل الدم من خلاله بسرعة 3m/s. فاذا ازداد قطر الوعاء الدموي بمقدار 20%، ما هي زيادة الضغط داخل الأوعية الدموية المتوسعه؟ علما ان كثافه الدم $1060kg/m^3$.*

الحل) سنفرض ان الأوعية الدموية افقيه تقريبا لذلك فان معامل الارتفاع من معادله برنولي سوف يلغى.

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2$$

$$\Delta P = P_2 - P_1 = \frac{1}{2}\rho(v_1^2 - v_2^2)$$

من معادله الاستمرارية نستطيع إيجاد

$$v_2 = \frac{S_1}{S_2}v_1 = \frac{1}{1.2^2}v_1 = 0.69v_1 = 2.07\ m/s$$

وبالتالي:

$$\Delta P = \frac{1}{2}\rho(v_1^2 - v_2^2) = \frac{1}{2} \times 1060(v_1^2 - 0.69^2 v_1^2) = 2.49 \times 10^3 Pa$$