Mansoura University

Mansoura University

الوحدة التعليمية الثانية

اللـزوجـة

Viscosity

Copyrights E-learning Unit All Rights Reserved

العناصر

١. تعريف اللزوجة.
٢. وحدات قياس اللزوجة.
٣. الانسياب الطبقي والثآئر للسوائل.
٤. رقم رينولدز.
٥. قانون ستوك وتطبيقاته.
٦. السيفون.

Copyrights E-learning Unit All Rights Reserved

٧- الإنتقال المستقر للسائل.
٨- نظرية برنولي.
٩- نظرية تورشللي.
١٠- ظاهرة الانتشار.
١١- قانون فك للانتشار.
١٢- النفاذية.
١٣- الضغط الإسموزي.

Copyrights E-learning Unit All Rights Reserved

اللـزوجـة Viscosity

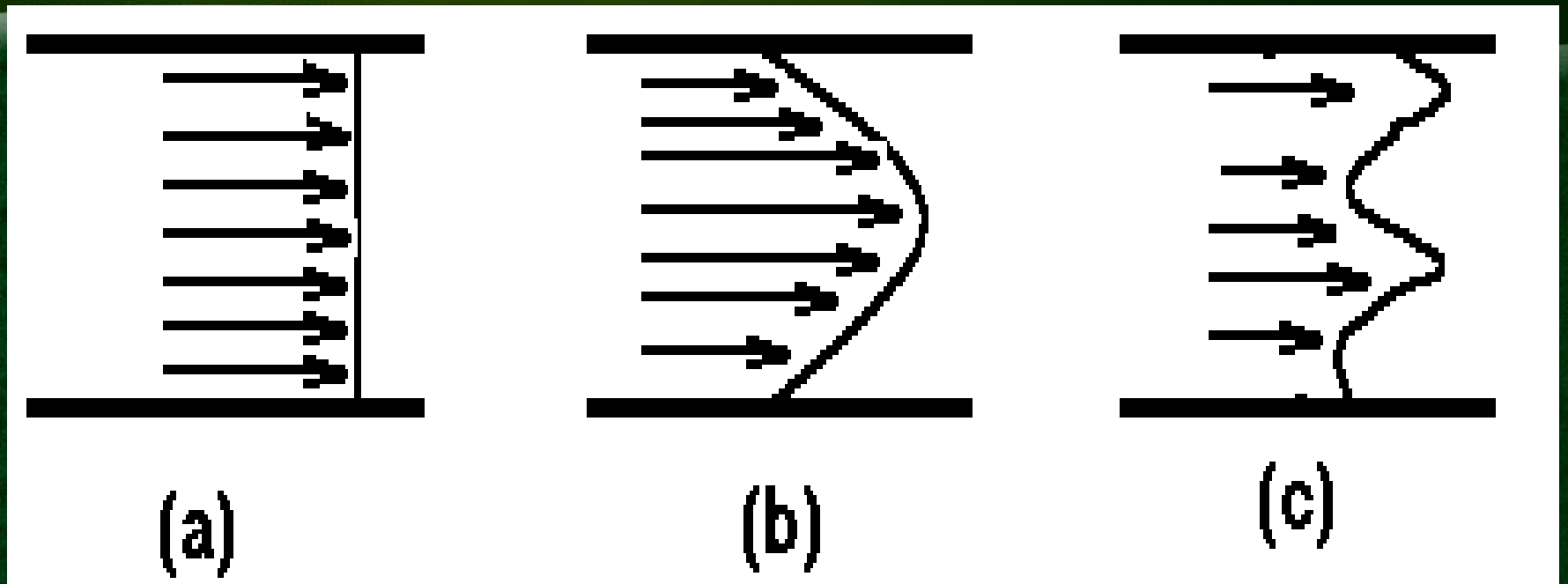
تطلق اللزوجة على خاصية مقاومة السائل للانسياب – فإذا كان لدينا كأسان زجاجيان يحتوى الأول على زيت والثاني على كحول ثم أميلا فإننا سنلاحظ أن حركة الزيت تبدو أقل من حركة الكحول ولذا نقول أن الزيت هو أكثر السائلين لزوجة.

Copyrights E-learning Unit All Rights Reserved

v الانسياب الطبقى والثائر:

عندما يكون السائل عير لزج ويمر في أنبوبة فإن سرعة جميع نقط السائل عند أي مقطع في الأنبوبة التي يمر فيها السائل تكون متساوية و بالتالي يتحرك السائل كوحدة داخل الأنبوبة الفيزيائية ووحدات القياس

Copyrights E-learning Unit All Rights Reserved



Copyrights E-learning Unit All Rights Reserved

Stoke’s law قانون ستوك

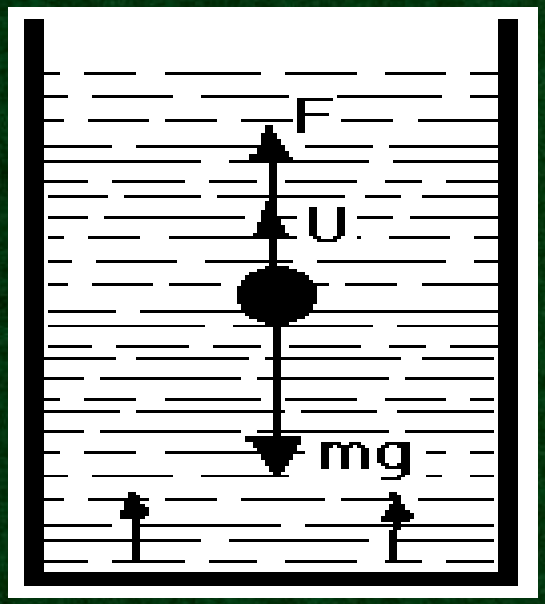
- لدراسة هذه الظاهرة نعلم أن الكرة الموجودة في السائل تؤثر عليها القوتان:
- وزنها mg إلى أسفل.
- قوة دفع السائل للكرة إلى أعلى (U) و لكن لا تزال لدينا قوة ثالثة تؤثر على الكرة و هي:

قوة اللزوجة F و تؤثر في عكس اتجاه حركة الكرة، أي إلى أعلى،

Copyrights E-learning Unit All Rights Reserved

٢- هذه القوة استنتجها ستوك كما يأتي:

أن المقاومة F التي تتلقاها الكرة أثناء حركتها في السائل تتوقف على العوامل التالية:



سرعة الكرة داخل السائل (V) سم/ث

نصف قطر الكرة (r) سم

معامل لزوجة السائل (h)

يوحدات الـ Poise

أي أن : F a h rv

\ F = K h r v

Copyrights E-learning Unit All Rights Reserved

باستخدام معادلة الأبعاد :

$$\therefore F = K\, h^{a}\, r^{b}\, v^{c} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

$$MLT^{-2} = K\,(ML^{-1}T^{-1})^{a}\,(L)^{b}\,(LT^{-1})^{c}$$

$$\therefore a=1\,,\ b=1\,,\ c=1$$

ومنها نستنتج أن:

و بالتعويض في المعادلة (١)

$$\therefore F = K h r v$$

ولقد وجد عملياً أن الثابت

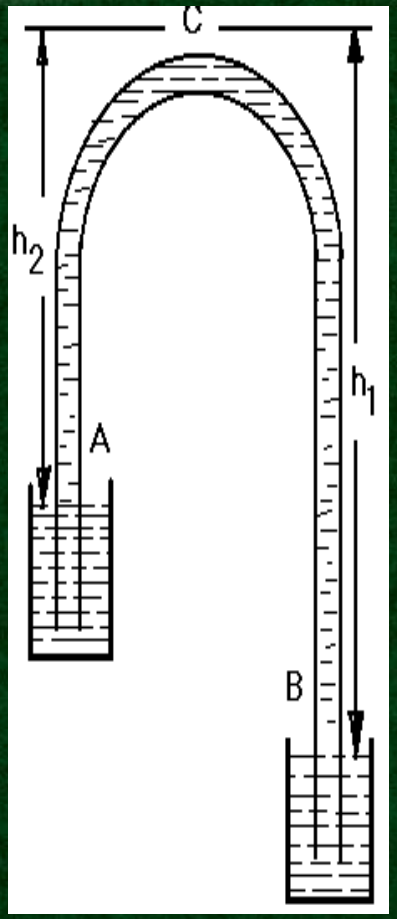
$$K = 6\,p$$

$$F = 6\,p\,h\,r\,v \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

Copyrights E-learning Unit All Rights Reserved

حركة السـوائل

السيفون طريقة سهلة تستخدم في سحب السوائل من بعض الأوعية دون تحريكها. و يتكون السيفون من أنبوبة A C B على شكل حرف U مقلوب كما هو مبين في الشكل يغمر طرف الفرع القصير للأنبوبة CA في الوعاء المطلوب نقل السائل الموجود به إلى وعاء آخر B ينغمس فيه الطرف الآخر للأنبوبة الكبيرة C B



A فإذا دفع السائل في البداية للتحرك في الاتجاه فسنرى أنه سيستمر في التحرك في نفس C B الاتجاه حتى يصبح السائل في نفس المستوى في الوعائين (B, A).

Copyrights E-learning Unit All Rights Reserved

- وحيث أن الضغط على سطح السائل في كل من الوعائين B, A هو الضغط الجوي فإن الضغط الذي يؤثر على السائل عند القمة (C) لكي يدفعها إلى اليمين هو $P - h2\ d\ g$ حيث d كثافة السائل ولكن هناك أيضاً ضغطاً آخر يعمل على دفع السائل أيضاً إلى اليسار وقدره $P-h1d\ g$ أن القيمة الكلية للضغط الذي يؤثر على الماء عند القمة (C) سيكون في الاتجاه إلى اليمين وقدره:
- $(P- h2\ d\ g) - (P- h1\ d\ g) = (h1 - h2)\ d\ g$
- و هذا هو قيمة الضغط الذي سيدفع الماء عند قمة الأنبوبة C و التحرك إلى اليمين من A إلى B . و من الطبيعي أن هذا الانتقال سيستمر حتى يصبح $h2 = h1$ وعندئذ سيتساوى الضغط في جميع الاتجاهات عند C ويتوقف انتقال السائل.

Copyrights E-learning Unit All Rights Reserved

الانتقال المستقر للسائل:

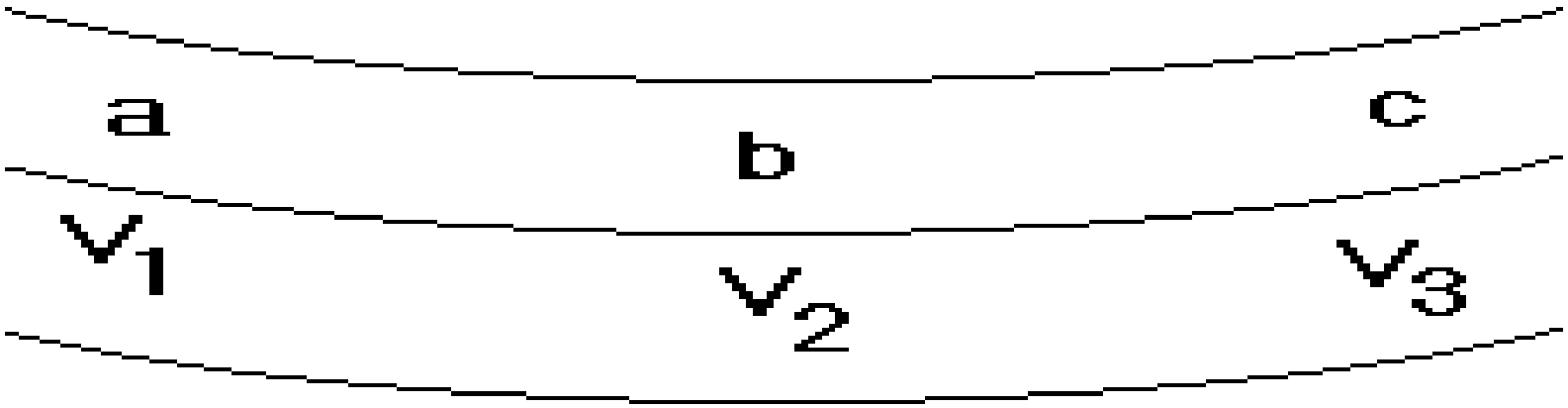
سنفترض أن هناك سائل ينتقل في أنبوبة كما في الشكل. فإذا تتبعنا حركة حجم صغير من السائل

من نقطة إلى أخرى فإننا نسمي مسارها (خط الانسياب Line of Flow) فإذا كان كل حجم معين من السائل يمر بنقطة محددة يتبع نفس خط الانسياب الذي اتبعته أجزاء السائل السابقة فإن انسياب السائل يسمى انسياب ثابت أو مستقر.

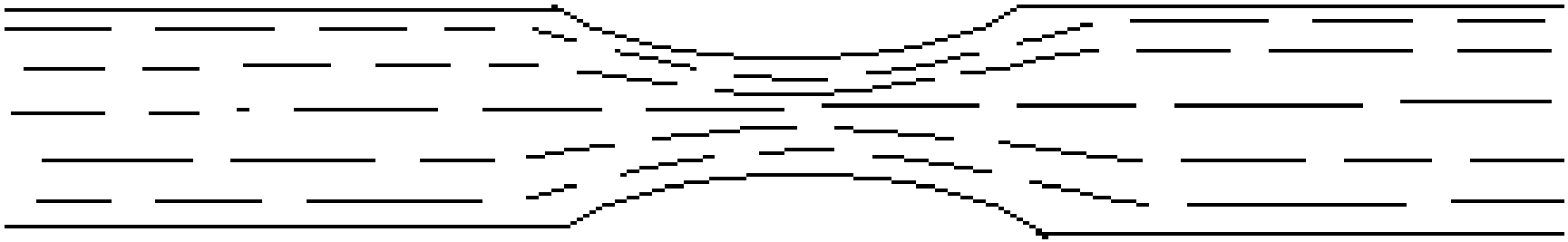
وعندما يبدأ السائل في التحرك خلال أنبوبة فإن انتقال السائل في أول الأمر لا يكون مستقراً ولكن في حالات كثيرة تثبت حالة الانسياب بعد فترة صغيرة من مرور السائل وفي حالة الانسياب الثابت تكون سرعة مرور السائل عند أي نقطة داخل الأنبوبة ثابتة

رغم أن هذه السرعة قد تختلف من نقطة إلى أخرى داخل الأنبوبة.

Copyrights E-learning Unit All Rights Reserved



(1)



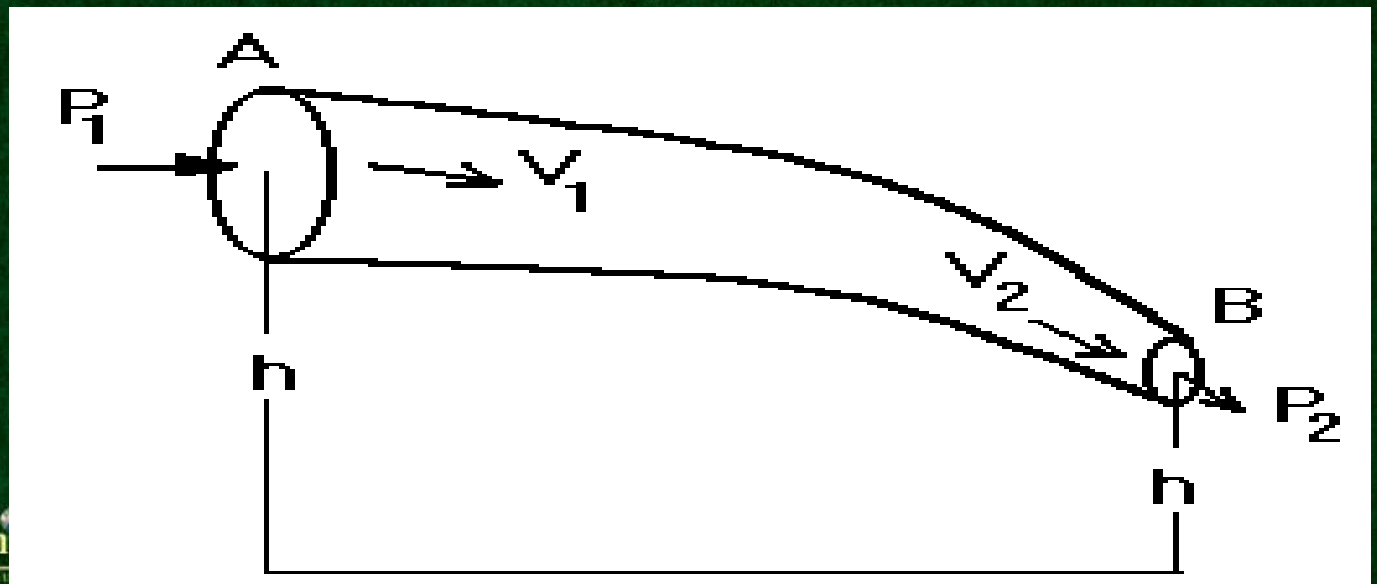
(2)

Copyrights E-learning Unit All Rights Reserved

نظرية برنولى:

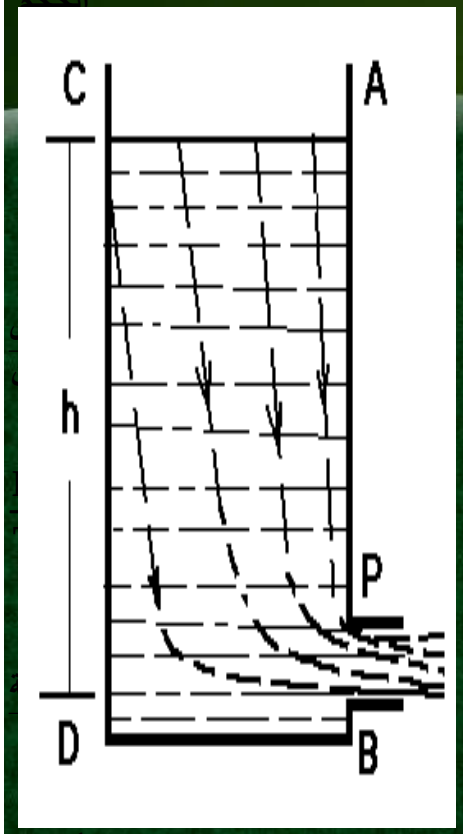
تنص على أنه عند أي نقطة على طول خط انسياب سائل يظل ثابتاً مجموع الضغط وطاقة الوضع وطاقة الحركة أي:

$$P + \rho g h + \tfrac{1}{2} \rho V^2 = Constant$$



نظرية تورشيللي:

تختص هذه النظرية بدراسة سريان السائل من فتحة مثل BP قرب قاعدة حـوض عنـدما يكون الضغط على السائل ناتجاً عـن وزنـه فقط.



$$\frac{\text{الكتلة}}{\text{الحجم}}$$

$$\frac{LT^{-1}}{T} = LT^{-2}$$

$$\frac{MLT^{-2}}{L^2} = ML^{-1}T^{-2}$$

$$\frac{\text{القوة}}{\text{المساحة}}$$

Copyrights E-learning Unit All Rights Reserved

ظاهرة الانتشار Diffusion

انتشار السوائل:

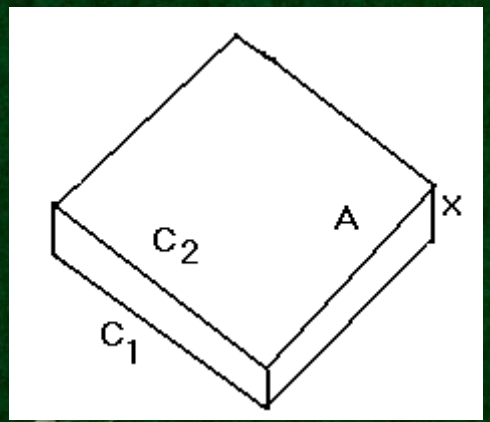
إذا وضعنا سائلين يقبلان الخلط في إناء بحيث يتلامسان دون أن نحرك أحدهما نجد أن كل سائل يخترق السائل الآخر إلى أن يتوزع كل من السائلين بانتظام خلال المخلوط، وبعد مدة تتوقف سرعة جزئيات السائلين. يمكن ملاحظة ذلك إذا وضعنا سائلاً ملوناً مثل محلول كبريتات النحاس (أزرق اللون) في قاع كأس زجاجي ثم نصب باحتراس وعناية ماء نقيا فوق هذا المحلول حتى يمكننا رؤية السطح الفاصل بين السائلين.

Copyrights E-learning Unit All Rights Reserved

قانون فك للانتشار Fick's law

وجد العالم Fick أن هناك تشابه كبير بين عملية انتشار المادة المذابة وبين انتقال الحرارة في المادة الصلبة وقد وضع القانون الآتي:

" معدل انتشار المادة المذابة بالنسبة للزمن في أي اتجاه يتناسب تناسبا طردياً مع معدل تركيز هذه المادة بالنسبة للمسافة في هذا الاتجاه" .



Copyrights E-learning Unit All Rights Reserved

- **النفاذية Osmosis**
- إذا وضع محلول سكري في أنبوبة ينتهي طرفها السفلي بغشاء شبه منفذ (مثل السيلوفان) ووضعت الأنبوبة في إناء به ماء نجد بعد فترة من الزمن ارتفاع المحلول السكري في الأنبوبة إلى مستوى أعلى من مستوى الماء في الإناء وهذا يدل على انتشار الماء من الغشاء وعدم انتشار السكر فيه وتسمى عليه انتشار ومرور المذيب (وهو الماء) إلى محلول السكر بالنفاذية Osmosis ويشترط في هذه العملية وجود الغشاء الشبه منفذ، وتستخدم هذه العملية في بعض الأحيان لفصل المواد البللورية و المواد الغروية.

Copyrights E-learning Unit All Rights Reserved

الضغط الإسموزي Osmotic Pressure

إن ارتفاع المحلول السكري في الأنبوبة الضيقة إلى منسوب أعلى من منسوب الماء في الإناء في التجربة السابقة يبين لنا أن الضغط في المحلول السكري يزيد عن الضغط في الماء النقي الموجود في الإناء كما أن هذه التجربة تبين لنا أن الماء يستمر في النفاذ من الغشاء النصف منفذ إلى أن يزداد الضغط في المحلول السكري عن الضغط في الماء بمقدار معين وعندئذ يتوقف مرور الماء من الغشاء ويسمى الفرق بين الضغط في المحلول وضغط الماء بالضغط الأسموزي Osmotic pressure.

Copyrights E-learning Unit All Rights Reserved