جامعة الملك سعود
كلية العلوم
قسم الفيزياء والفلك

جامعة الملك سعود
King Saud University

فيزياء عامة (2) فيز 102

الفصل الخامس عشر: اللزوجة
Viscosity

الفصل الخامس عشر: اللزوجة
Viscosity

15-1 مقدمة

15-2 النظرية الجزيئية للزوجة

15-3 معامل اللزوجة

15-5-1 قياس معامل اللزوجة لسائل

1-15 مقدمة

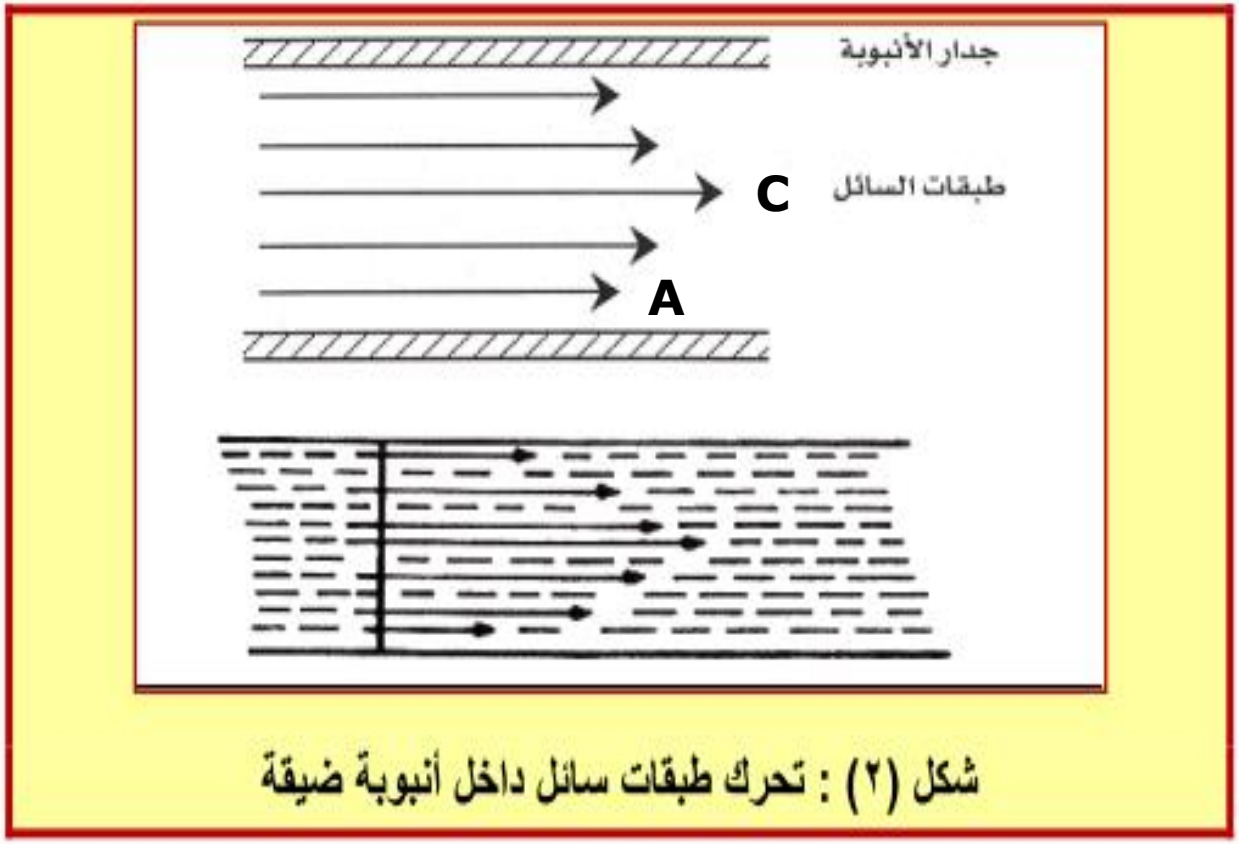
- لكل سائل مقاومة لأي حركة تحدث داخله، وهذه المقاومة هي قوة احتكاك تكون في اتجاه مضاد للحركة.
- نصف هذه المقاومة بأنها ناجمة عن لزوجة السائل .
- إذا كانت قوة الاحتكاك عالية نصف السائل بأنه ذو لزوجه عالية مثل: العسل وزيت الجلسرين، لاتنساب بسهولة.
- وإذا كانت قوة الاحتكاك منخفضة، فإن السائل يكون ذا لزوجة منخفضة مثل: الماء؟، ينساب بسهولة.
- تجربة اللزوجة.

2-15 النظرية الجزيئية للزوجة

- في حالة الغازات تنتقل كمية الحركة بين الجزئيات من الجزئيات ذات السرعات العالية الى الجزئيات ذات السرعات المنخفضة.

- أما في حالة السوائل فإن اللزوجة تكون أعلى بكثير من الغازات ، بسبب قوى التجاذب بين الجزئيات في طبقات السائل المتجاورة، فلكي تنزلق طبقة فوق أخرى إضافة لتاثير انتقال كمية الحركة، يجب بذل شغل معاكس لقوى التجاذب ، وبالتالي نحتاج إلى اجهاد مماس للحصول على انسياب طبقي.

3-15 معامل اللزوجة



شكل (٢) : تحرك طبقات سائل داخل أنبوبة ضيقة

وإذا فرضنا أننا وضعنا سائلاً في أنبوبة ضيقة وأثرنا عليه بقوة ما مثل فرق في الضغط بين طرفي الأنبوبة، فإن السائل يبدأ في السريان في الأنبوبة، **ولكن السرعة التي تتحرك بها طبقات هذا السائل تختلف من طبقة إلى أخرى، فالطبقة الرقيقة الملامسة لجدار الأنبوبة تكون ساكنة تقريباً، وتتزايد سرعة حركة الطبقات كلما بعدنا عن جدار الأنبوبة، وتصل هذه السرعة إلى أقصاها في الطبقات الوسطى من السائل، ثم تقل بعد ذلك تدريجياً حتى تصل إلى جدار الأنبوبة المقابل (شكل ٢).**

إذا كانت سرعة الطبقة المركزية Cهي v، وكانت السافة بين الطبقتين هي h، فإن انحدار (ميل) السرعة هو(v/h) ويعرف بأنه التغير في السرعة مع وحدة المسافة.

اكتشف العالم نيوتن أنه إذا أثرت قوة F على طبقة من السائل مساحتها A،
فإن الاجهاد المماسي F/A يتناسب طردياً مع انحدار السرعة v/h

$$\frac{F}{A} \propto \frac{v}{h}$$

$$\rightarrow \frac{F}{A} = \eta \frac{v}{h}$$

$$\text{معامل اللزوجة } \eta = \frac{F/A}{v/h}$$

حيث η ثابت ويعرف بمعامل اللزوجة .

معامل اللزوجة هو : قوة الاحتكاك المماسة في السائل لوحدة انحدار المسافة،
وتعتمد على نوع السائل ودرجة الحرارة

وحدة معامل اللزوجة:

$$\eta = \frac{F/A}{v/h} \qquad \eta = \frac{F}{A} \times \frac{h}{v}$$

$$[\eta] = \frac{N}{m^2} \times \frac{m.s}{m}$$

$$[\eta] = \frac{N.s}{m^2} \qquad [\eta] = Pa.s \qquad [\eta] = \frac{Kg\ .m.s}{s^2 m^2} = \frac{Kg}{m.s}$$

- وغالبا ما يقدر معامل اللزوجة بوحدة البواز P نسبة للعالم بواز الذي اكتشف تجريبياً معدل انسياب السوائل في الانابيب الضيقة.

1Pa =10 P

1-5-15 قياس معامل اللزوجة لسائل

القوى التي تتعرض لها كرة ساقطة في سائل.

1. وزن الكرة للاسفل $W = \frac{4}{3}\pi r^3 \rho_s g$
2. دفع السائل للاعلى (وزن السائل المزاح) $U = \frac{4}{3}\pi r^3 \rho_l g$
3. قوى الاحتكاك الناجمة عن اللزوجة من قانون ستوكس $F = 6\pi r v \eta$

$$\eta = \frac{\boldsymbol{2gr^2(\rho_s - \rho_l)}}{\boldsymbol{9v}}$$

وبالتالي يمكن حساب معامل لزوجة سائل بمعرفة السرعة النهائية للكره ونصف قطرها وكثافة كلا من السائل ومادة الكرة

6-15 أمـــثلة محلولة:

مثال 1 -2- 5

7-15 مسائل الواجب:

10-7-5-1