

المحاضرة الثانية – لزوجة السوائل Viscosity of Liquids

تعرف اللزوجة بانها المقاومة التي يبديها السائل ضد حركة او انسياب احدى طبقاته فوق طبقة أخرى. وبالإمكان تغير شكل السائل تحت تأثير قوة خارجية تسلط عليه ولكن مدى هذا التغير يعتمد على مقدار القوة المستعملة والفترة الزمنية التي يستمر خلالها تأثير تلك القوة وللزوجة السائل اومقاومته.

وتكون اللزوجة عالية لبعض المواد السوائل مثل عسل النحل والدبس واللبن الرائب والحليب المكثف ولكن تكون اللزوجة منخفضة لكثير من السوائل الاخرى مثل الماء والحليب الطازج والمشروبات الغازية. وتستعمل اللزوجة كصفة رئيسية لتقدير جودة بعض المواد الغذائية مثل المعجون والحليب المكثف وعسل النحل.

والوحدة المستعملة لقياس اللزوجة هي البويز Poise نسبة الي بويزال Poiseuille الذي كان من الأوائل في دراسة هذه الخاصية.

وتعني وحدة البويز قوة مقدارها **داين واحد** كافية لتحريك سطح مستوي مساحته **1سم²** يبعد مسافة **1سم** عن سطح اخر مماثل له بحيث تعطي هذه القوة تعجلاً الى السطح المتحرك مقدارها **(1سم/ثانيه)** وفي هذه الحالة يقال ان طبقة السائل المحصورة بين السطحين تملك لزوجة مقدارها بويز واحد **(داين ثانيه/سم²)**.

الأجهزة المستخدمة لقياس اللزوجة:

مقياس اللزوجة بالكرة الساقطة Falling Ball Viscometer

يتكون هذا المقياس من اسطوانة مدرجة يوضع فيها السائل المراد قياس لزوجته ويعتمد القياس به على الكرة الساقطة ويتم ذلك بأسقاط كرة معدنية معلومة الحجم والكثافة في السائل المراد تعيين لزوجته بالاستعانة بمعادلة خاصة. تحسب لزوجة السائل بعد حساب زمن انتقال الكرة المعدنية من السطح الى القاع ويشترط في هذا المقياس ان تكون كثافة الكرة اعلى من كثافة السائل المراد تعيين لزوجته ولا تصلح هذه الطريقة لتعيين لزوجة السوائل المعتمدة وغير الشفافة.

2- مقياس استوالد لقياس اللزوجة Ostwalds Viscometer

توجد العديد من هذه المقاييس وجميعها تعتمد على الاساس نفسه وهو حساب الزمن الذي يستغرقه السائل في الانتقال خلال الانبوب الشعري وتسجيل الوقت بالثواني باستخدام ساعة توقيت وتبعاً لذلك تتباين هذه

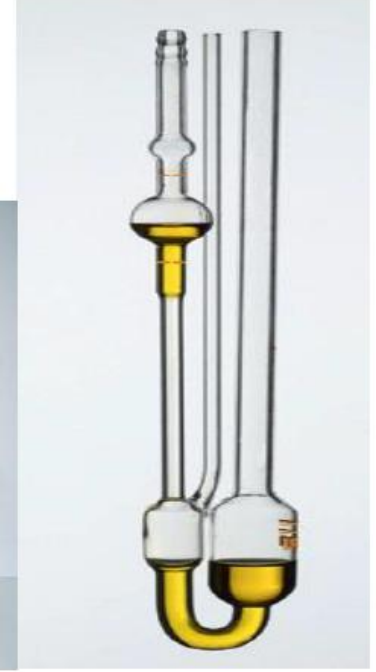
المقاييس من ناحية القطر الداخلي للأنبوبة الشعرية. وتلجأ الشركات المصنعة عادةً معايرة هذه المقاييس باستخدام الماء المقطر بدرجة 20م.



مقياس وزني



قنينة الكثافة



فسكومتر أو ماصة اوستوالد

ماصة اوستوالد وهي عبارة عن انبوبة زجاجية على شكل حرف u تحتوي على انتفاخين ويوجد في احدى نراعيها انبوب شعري , يوضع حجم معين من السائل وبقياس الزمن الذي يستغرقه السائل للانسياب خلال زمن معين وبمقارنته بسائل معروفة لزوجته وزمن انسيابه يمكن إيجاد لزوجة السائل والتي يرمز لها بالحرف (η) .

ملاحظة:- توجد انواع عديدة من هذه الماصات حسب قطر الانبوب الشعري مثل Size A. B .C للسوائل الخفيفة اي لزوجته خفيفة و Size D للسوائل الثقيلة اي لزوجته عالية مثل الزيوت وعسل النحل.

العوامل المؤثرة على اللزوجة

1- درجة الحرارة

تقل اللزوجة بارتفاع درجة الحرارة، اذ تعمل الزيادة في درجات الحرارة الى زيادة في حركة الجزيئات فتقل نسبياً قوة التجاذب بين الجزيئات فاذا قل التجاذب قلت اللزوجة. ينصح سائقوا السيارات باستعمال زيوت عالية اللزوجة في الصيف وقليلة اللزوجة في الشتاء.

2- الوزن الجزيئي

تزداد اللزوجة بازدياد حجم الجزيئي (الوزن الجزيئي) في المركبات المتجانسة

3- قوة التجاذب

قوى الجذب بين الجزيئات تعتبر مقياس مبدئي للزوجة السوائل، كلما زاد التجاذب بين الجزيئات زادت صعوبة حركة الجزيئات وبالتالي تزداد اللزوجة. السوائل ذات الجزيئات القطبية تكون اعلى لزوجة.

4- وجود مواد ذائبة

المواد المذابة في السوائل تؤثر على اللزوجة ، ان وجود السكر في الماء يزيد من لزوجة الماء والعكس عند وجود الاملاح الايونية في الماء، كذلك وجود المواد العالقة في السائل تزيد من لزوجته.

5- الضغط

ان زيادة الضغط على السائل تزداد قوى التجاذب بين جزيئات السائل وبالتالي تزداد اللزوجة بعض الشيء.

6- شكل الجزيء وتركيبه

يلعب شكل جزيئات السائل وتركيبها دوراً كبيراً في مقدار لزوجتها، السوائل ذات الجزيئات الكبيرة وغير منتظمة الشكل تكون اكثر لزوجة من الجزيئات ذات الجزيئات الصغيرة المتماثلة في الشكل.

تحسب اللزوجة بالاستعانة بالمعادلة التالية:-

$$\frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{t_1 d_1}{t_2 d_2}$$

η_1 - لزوجة السائل المجهول

η_2 - لزوجة الماء المقطر 0.891 poise

t_1 - زمن انسياب السائل المجهول (ثا) من النقطة أ الى النقطة ب.

t_2 - زمن انسياب الماء المقطر (ثا) من النقطة أ الى النقطة ب .

d_1 - كثافة السائل (غم/سم³)

d_2 - كثافة الماء المقطر (غم/سم³)

وتقاس كثافة السائل المجهول باستعمال قنينة الكثافة (غم/سم³) الوزن / الحجم

- كيف يتم استخراج الوزن ؟

الكثافة = الوزن / الحجم

الوزن يحسب باستخدام قنينة الكثافة (الموجودة بالمختبر)

طريقة العمل :-

1. حضر محاليل مختلفة اللزوجة (خفيفة وثقيلة).
2. املئ انبوبة اوستوالد بالماء المقطر واحسب زمن النزول (t).
3. كرر العملية على المحاليل المستعملة في التجربة.

الحسابات:-

1. اعمل جدولاً للسوائل المستعملة في التجربة والاوقات اللازمة لمرور السائل وكثافتها.
2. احسب لزوجة كل سائل بالاستعانة بالمعادلة السابقة .

المحاليل	اللزوجة	الزمن t	الكثافة	الوزن	الحجم

مثال/1- باستخدام جهاز استوالد (فيكومتر) لقياس لزوجة سائل كثافته تساوي 0.867 g/cm^3 عند درجة 25 مئوي وجد ان الزمن اللازم لانسياب السائل خلال الانبوبة الشعرية هو 46.2 ثانية وان الزمن اللازم لانسياب نفس الحجم من الماء هو 59.2 ثانية عند نفس درجة الحرارة احسب لزوجة السائل بوحدة البوايز. علما بان كثافة الماء 1 غم/سم³

الحل :-

$$\frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{t_1 d_1}{t_2 d_2}$$

η_1 - لزوجة السائل المجهول

η_2 - لزوجة الماء المقطر 0.891 poise

t_1 - زمن انسياب السائل المجهول (ثا) = 46.2

t_2 - زمن انسياب الماء المقطر (ثا) = 59.2

d_1 - كثافة السائل = $0.867 \text{ (غم/سم}^3\text{)}$

d_2 - كثافة الماء = $1 \text{ (غم/سم}^3\text{)}$

$$\eta_1 = \eta_2 \left[\frac{t_1 d_1}{t_2 d_2} \right]$$

$$\eta_1 = 0.891 \left[\frac{46.2 \times 0.867}{59.2 \times 1} \right]$$

$$\eta_1 = 0.0606 \text{ poise}$$

واجب بيتي

مثال 2/

إذا كانت درجة اللزوجة للماء عند 20 °م تساوي 0.01002 poise ولا حظنا أن 2 cm^3 من الماء يتدفق في زمن قدره 53.2 ثا بينما يتدفق 2 cm^3 من الكلوروفورم في زمن قدره 20 ثا , احسب درجة اللزوجة للكلوروفورم علما بأن كثافة الكلوروفورم 1.5 g/cm^3 وكثافة الماء 1 g/cm^3