الجمهورية العربية السورية

جامعة حماة

كلية الهندسة المدنية

اسم الطالب:.....

الفئة :.....

رقم المجموعة:.....

تاريخ التجربة :.....

مادة الفيزياء الجزء العملي

اسم المشرف:

رقم التجربة:

قياس معامل اللزوجة

١. الغاية من التجربة:

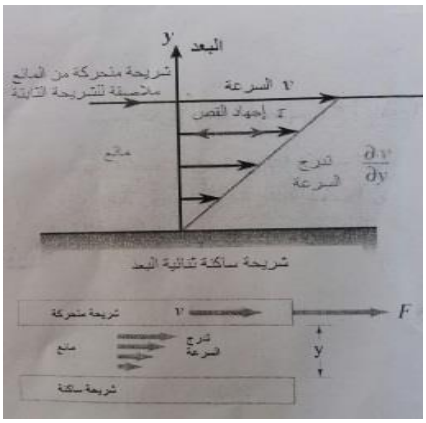
قياس معامل اللزوجة باستخدام قانون ستوكس

٢. تمهيد نظري:

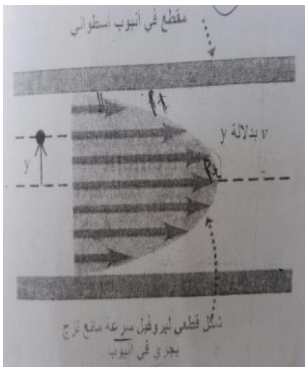
اللزوجة هي إحدى الخصائص المهمة للموائع(سوائل وغازات) تعبر عن مقاومة المائع لتغير شكله الذي يعينه الوعاء الحاوي عليه وذلك نتيجة تأثير قوى القص المؤثرة عليه عند محاولة تحريكه ينظر للزوجة على أنها مقدار مقاومة المائع لقوة تجبره على التحرك أو السيلان إذ من المعروف أنه كلما زادت لزوجة سائل قلت قابليته للجريان .

فيعرف معامل اللزوجة لمائع ما η في حالة الجريان الطبقي(الرقائقي) بأنه ثابت التناسب بين إجهاد القص τ الذي يمثل القوة المطبقة على واحدة السطح والتدرج في سرعة الطبقات المتتالية:

$$\eta \quad \frac{\tau}{\quad}$$



يظهر في الشكل المجاور حالة الجريان في الأنبوب وتدرج السرعة مع البعد عن محور الأنبوب.
وفي حال وجود جسم يتحرك في سائل لزج فإن هذا السائل سيعيق حركة الجسم بصورة متناسبة مع اللزوجة ولذلك سنستفيد من هذه الإعاقة في التحديد الكمي للزوجة السائل الذي يمكن استنتاجه كما يلي:



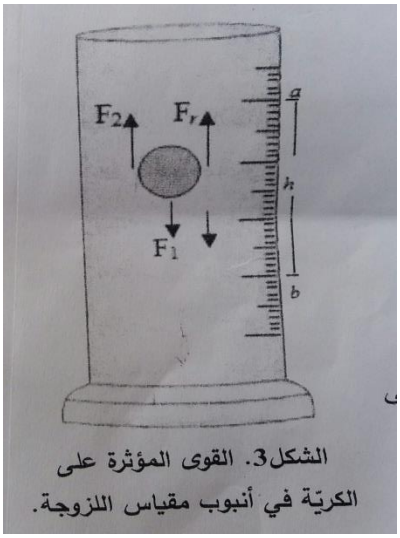
عندما تسقط الكرية في سائل لزج فإنها تخضع لتأثير ثلاث قوى كما في الشكل هي:

- قوة ثقل الكرية F_1 وتساوي:

$$F_1 = mg$$

حيث $m = \rho_1 V$ و ρ_1 كثافة الكرية (كتلتها الحجمية) و V حجم الكرية وبالتعويض في المعادلة السابقة نجد:

$$F_1 = \rho_1 Vg$$



الشكل3. القوى المؤثرة على الكريّة في أنبوب مقياس اللزوجة.

- قوة دفع السائل للكرية (دافعة أرخميدس) F_2 نحو الأعلى وتعطى بالمعادلة :

$$F_2 = \rho_2 Vg$$

حيث ρ_2 كثافة السائل.

- قوة لزوجة السائل $F_r = 6\pi\eta rv$
حيث v سرعة سقوط الكرية، r نصف قطر الكرية ،η معامل لزوجة الوسط السائل التي تختلف باختلاف جملة الواحدات المستعملة وواحدتها في الجملة السغثية هي البواز poise حيث:
$1poise = 1g/cm.s = 0.1kg/m.s = 0.1N.s/m^2 = 0.1Pa.s$
تعريف البواز: هو شدة القوة المماسية لمنطقة من السائل مساحتها تساوي وحدة المساحة واللازمة للحفاظ على فرق في السرعة مقداره 1cm/s بين مستويين متوازيين من السائل تفصل بينهما مسافة1cm.
وبتعويض المعادلات السابقة في قانون نيوتن الثاني نجد:

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = m\vec{a}$$

وبإسقاط هذه العلاقة على محور موجه نحو الأسفل باتجاه حركة السقوط وبإجراء العمليات الحسابية وبملاحظة أنه بازدياد السرعة يتناقص التسارع حتى تتساوي قوة الثقل مع محصلة قوتي دافعة أرخميدس وقوة المقاومة الناتجة عن لزوجة السائل وعندها ينعدم التسارع وتصبح حركة الكرة حركة مستقيمة منتظمة سرعتها الثابتة تعطى بالعلاقة

$$v_0 = \frac{2}{9}\frac{(\rho_1 - \rho_2)gr^2}{\eta}$$

$$\eta = \frac{2}{9}\frac{(\rho_1-\rho_2)gr^2}{v_0}$$ أو

تمكننا هذه العلاقة من حساب معامل اللزوجة لسائل بعد قياس السرعة الحدية v_0 ومعرفة نصف قطر الكرية r وكل من ρ_1 و ρ_2

٣. الأجهزة والأدوات

أنبوب أسطواني مدرج، سائل لزج كالغليسرين النقي، ميقاتية لقياس الزمنt، كريات زجاجية أو معدنية مختلفة الأقطار، دوارة لولبية لقياس أنصاف أقطار الكريات، ميزان حرارة.

٤. طريقة العمل:

- اسكب السائل(الغليسرين) المعلوم الكثافة ρ_2 في الأنبوب الأسطواني.
- ضع مميزتينa,b على الأنبوب الأسطواني، الأولى تقع على بعد 5cm من السطح الحر للسائل والثانية بالقرب من قاعدة الأسطوانة. قس المسافة بين العلامتين L
- اختر احدى الكريات وقم بقياس نصف قطرها (يؤخذ متوسط قياسين على الأقل).
- ابدأ بإسقاط الكرية في السائل اللزج مع مراعاة أن يبدأ الإسقاط من مركز اسطح الحر للسائل حتى تتحرك الكرية بحرية(لاحظ أن الكرية تسقط متسارعة في البدء ثم تنتظم سرعتها أي تبلغ السرعة الحدية v_0)
- عندما تصل الكرية إلى العلامة a الموجودة على جدار الأنبوب شغل الميقاتية وعندما تصل الكرية إلى العلامة b أوقف الميقاتية ثم سجل الزمن t الذي استغرقته الكرية لقطع المسافةL بين العلامتين
- احسب سرعة سقوط الكرية v_0 وذلك بتقسيم المسافة المقطوعة L على الزمن اللازم لقطعها
- احسب قيمة معامل اللزوجة من علاقة η المعطاة في الموجز النظري
- اعد التجربة من أجل كريات مختفة الأقطار
- دون النتائج التي حصلت عليها في الجدول التالي

$2r_1(mm)$	$2r_2(mm)$	$2\bar{r}(mm)$	$\bar{r}(mm)$	t (s e c)	$v_0(ms^{-1})$	η(poise)

- ارسم على ورقة ميلمترية تحولات v_0 بدلالة r^2 واستنتج معمل اللزوجة من ميل المستقيم الناتج.

ملخص التجربة من الطالب:

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....