قياس معامل اللزوجه لسائل غير شفاف (زيت محرك مستعمل)

محمد س. الليد[1], أحمد س. أعويطيل[2], علي م. الحويج[2]

(1) الأكاديمية الليبية, (2) مركز البحوث النووية

mohamed_ellid@yahoo.com

(218)0926070168

الملخص:

إن الهدف من هذه الدراسة هو استخدام الطريقة الأولية التعليمية لقياس معامل اللزوجة لسائل غير شفاف, حيث استعمل مغناطيس تم وضعه اسفل الأنبوبة الزجاجية من الخارج لقياس زمن وصول الكرة المعدنية إلى هذه النقطة, ومن ثم حساب السرعة الحدية ومعامل اللزوجة. وقد تم البدأ بقياس معامل اللزوجة لسائلين شفافين الماء, وزيت محرك

حيث كانت النتائج على النحو التالي بالنسبة لسائل الماء0.44 Pa/s , بالنسبة لزيت المحرك الشفاف

1.72 Pa/. s , أما بالنسبة لزيت المحرك المستعمل (الغير شفاف)

3.32Pa/s

تعتبر هذه النتائج مقبولة مقارنة بالدراسات السابقة إذا ما أخذنا في الأعتبار الخطأ التجريبي لكل منهما.

مفتاح الكلمات: اللزوجة, السرعة الحدية

Abstract:

The aim of this study was to use an education method to measure the viscosity of non transparent liquid (such as used motor oil). In order to accomplish that we used a small magnet placed from outside at the lower end of the measuring tub, this method allow us to measure the time at which the steel ball arrives at this point, thus we can measure the terminal velocity , and the coefficient of viscosity. We started our measurements by measuring the coefficient of viscosity for water, non used motor oil(transparent), and used oil. The result of these measurements were as fallowing , for water was 0.44Pa/s, for non used oil 1.71Pa/s, and for used oil 3.32Pa/s. These results are acceptable compared with previous studies , if we take in confederation uncertainty measurements.

مقدمة:

تعتبر دراسة حركة السوائل من المواضيع المهمة جداً والمعقدة, فهي تختلف عن حركة الأجسام الصلبة, وذلك لأن جزيئات السائل يمكن أن تلف حول بعضها أثناء تحركها مما يؤدي إلى مزج السائل. لتبسيط هذه الحالة عند الدراسة المبدئية لحركة السوائل فأننا نفرض الجريان الأنسيابي [1,2] أثناء الجريان الأنسيابي فإن جزيئات السائل تسيل في مسارات متوازية ولايحدث لها أي مزج. تعتبر حالة الجريان الأنسيابي من الحالات المثالية وذلك لتبسيط العمليات الحسابية ولكن توجد عدة عوامل أخرى تدخل في عملية تدفق

السوائل. أحد هذه العوامل يسمى باللزوجة((Viscosity) , وهي المقاومة الداخلية لتدفق السائل

أو بمعنى اخر الاحتكاك الداخلي . فكلما زادت لزوجة السائل زادت مقاومته أي قلت سرعة حركته .

تعتمد اللزوجة على درجة الحرارة . في العموم تقل اللزوجة بزيادة درجة الحرارة , ولهذا فإن اللزوجة تعتبر من العوامل الرئيسية التي يجب أخدها في الأعتبار عند إختيار نوع الزيت المستعمل في العربات. فمثلا في فصل الشتاء نحتاج إلى زيت تكون لزوجته قليلة بحيث يسيل بسهولة ليساعد في عملية الإنزلاق لمحرك السيارة وخاصة عندما يكون المحرك باردا. أثناء فصل الصيف يستخدم الزيت الذي تكون لزوجنه عالية وذلك بسبب إرتفاع درجة حرارة الجو . في هذه الدراسة سوف نستخدم إحدى الطرق (حسب في معلوماتنا هذه هي الطريقة الأولى الأساسية والتعليمية التي استخدمت لهذا الغرض , مع العلم بوجود أجهزة حديثة مثل(Brookfield Rotational Viscometer) [3] في بعض المراكز البحثيه أو معامل التحليل

والني تعطي نتائج مباشرة لمعامل اللزوجه دون توضيح الفيزياء حول هذه الظاهرة.

لقياس معامل اللزوجة لسائل غير شفاف وهو زيت محرك مستعمل والتعرف على كيفية تم التغلب على عدم مشاهدة وتتبع حركة الجسم الساقط في السائل المعتم, وذلك لحساب سرعته الحدية ومن تم قياس لزوجة السائل المعتم. قبل الشروع في إجراء هذه التجربة الرئيسة فإننا سوف نقوم بإجراء تجربتين بنفس الأدوات, الأولى قياس لزوجة سائل الماء, والثانية قياس لزوجة زيت محرك قبل الأستعمال ومقارنة نتائجنا بالنتائج الموثقة.

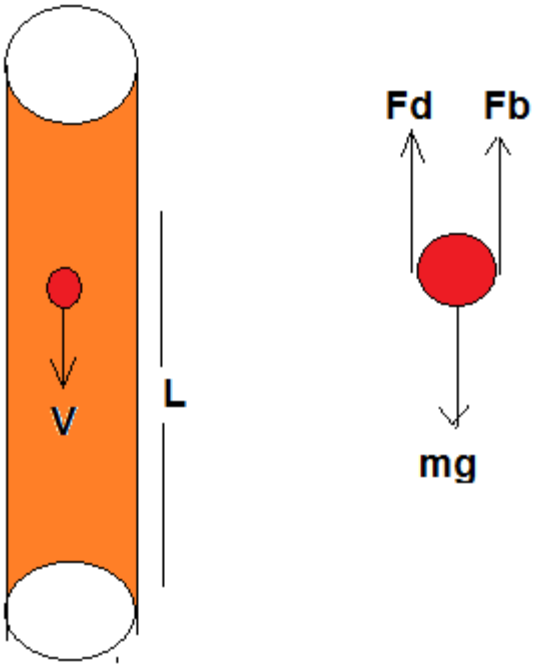
النظرية:

حسب قانون ستوك (Stoke's Law)[1,3] (عند سقوط كرة صغيرة نصف قطرها a)

خلال وسط لزج معامل لزوجته (η) فإنها تكتسب سرعة حدية (V)

ينتج عنها قوة لزوجة (F)

$$F = 6\pi\eta Va$$



شكل(1) يوضح حركة الكرة في السائل والقوى المؤثرة عليها, حيث

mg هي قوة الجاذبية , F_d قوة دراق, F_b قوة بوينت

عند وصول حالة الأستقرار فإن محصلة القوى المؤثرة إلى اسفل, الموضحة في شكل (1) هي

$$6\pi\eta Va = (\frac{4}{3})\pi a^3(\rho_s - \rho_f)g$$

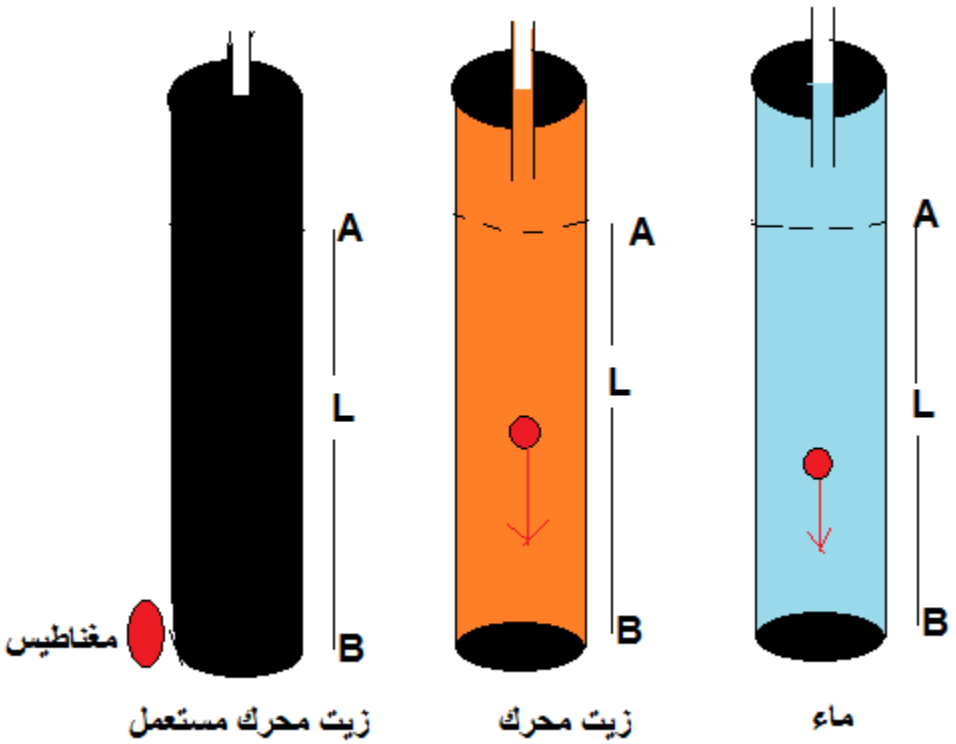
حيث ρ_s , ρ_f كثافة كل من الكرة والوسط على التوالي. وبذلك يمكن حساب معامل اللزوجة للسائل.

$$\eta = \frac{D^2(\rho_s - \rho_f)g}{18V}$$

حيث D هو قطر الكرة ويساوي 2a

قياس لزوجة السائل:

كما اشرنا سابقاً إن الهدف من هذه الدراسة هو قياس معامل اللزوجة لسائل غير شفاف(مثل زيت محرك مستعمل) بأحد الطرق الأساسية التعليمية شكل(2) , وكيفية التغلب على صعوبة تتبع الكرة أثناء سقوطها لحساب السرعة الحدية. فقد قررنا البدأ بسائلين شفافين وهما الماء , وزيت محرك غير مستعمل وحساب معامل اللزوجة لسائلين بالطريقة المتعارف عليها (1) لتأكد من دقة الحسابات, بعد ذلك يتم إجراء التجربة على السائل الغير شفا ف بعد اقتراح انسب الطرق لحساب الزمن الذي تستغرقه الكرة لقطع المسافة بين العلامتين ومن تم حساب السرعة الحدية. من خلال إجراء التجربة على الزيت الشفاف تم معرفة الزمن الذي تصل فيه الكرة إلى العلامة الأولى, أي بداية السرعة الحدية وهو بالتقريب وضمن الخطأ التجريبي يعتبر نفس الزمن في حالة الزيت غير شفاف, والذي سوف يتم ضرحه من الزمن الكلي عند وصول الكرة ألى العلامة الثانية. لكي نتغلب على هذه الصعوبة, تم وضع مغناطيس عند العلامة الثانية والذي له القدرة على جذب الكرة إلى جدار الأنبوبة بحيث يتم مشاهدتها بالعين المجردة عند وصول الكرة إلى العلامة الثانية, وسماع صوت اصتدام الكرة بجذار الأنبوبة ومعرفة الزمن الكلي الذي استغرقته الكرة في السقوط. . والآن نبدأ في خطوات التجربة **[1]**



شكل(2) يوضح السوائل التي تم استعمالها في هذه الدراسة

1. نضع علامتين A, B على انبوبة الزجاج ونقيس المسافة بينها بحيث تكون العلامة الأولى

عند مسافة مناسبة أسفل الأنبوبة الصغيرة حتى تكتسب الكرة سسرعتها الحدية عند وصول هذه العلامة.

2. نقيس الزمن الذي تصل فيه الكرة العلامة الأولى وكذلك الزمن الكلي أي عند وصولها العلامة الثانية.

3. نكررالخطوة (2) ثلاثة مرات لنفس الكرة ونحسب متوسط الزمنين , ومن تم حساب متوسط الزمن بين العلامتين.

4. بالنسبة للحالة التي يكون فيها السائل غير شفاف, فإننا نسجل الزمن الذي استغرقته الكرة من لحظة السقوط إلى ان تنجدب إلى المغناطيس عند العلامة الثانية وسماع صوت اصتطامها بالجدار. بعد ذلك نطرح منه متوسط الزمن الأول الذي تم حسابه في الخطوة السابقة.

5 . باستخدام القدمة ذات الورنية يتم قياس قطرالكرة (D), وباستخدام الميزان الحساس يتم قياس كتلتها

6. يتم حساب كثافة كل من الكرة الحديدية, والكرة الزجاجية, وكثافة السائل .

7.. يتم حساب الخطأ التجريبي لكل القيم المقاسة , والمحسوبة[1].

النتائج والمناقشة:

كتلة الكرة المعدنية 8.35 ± 0.05 g

قطر الكرة المعدنية $1.3 \pm$ 0.05cm

كتلة الكرة الزجاجية $5.68 \pm$ .05g

قطر الكرة الزجاجية $1.70 \pm$ 0.05cm

كثافة الكرة الزجاجيةg/cm^3 $2.21 \pm$ 01.

ملاحظة : تم استخدام الكرة الزجاجية عند حساب اللزوجة لسائل الماء

الجدول (1) بعض الثوابت

المسافة بين العلامتين (cm)	كثافة الكرة المعدنية (g/cm^3)	كثافة الزيت الشفاف (g/cm^3)	كثافة الزيت المستعمل (g/cm^3)
100 (0.05)	7.26 (1.70)	0.867 (0.002)	1.022 (0.002)

الجدول (2) بعض القيم التي تم قياسها , والتي تم حسابها

	الماء	زيت شفاف 10W-40W	زيت محرك مستعمل 20W-50W
كثافة (g/cm^3)	1.0	0.867 (0.002)	1.022 (0.002)
الزمن المنقضي بين العلامتين (s)	2.29 (0.01)	2.93 (0.01)	6.0 (0.01)

السرعة الحدية (cm/s)	43.67 (0.92)	34.16 (0.58)	17.3 (0.42)
معامل اللزوجة (Pa/s)	0.44 (0.11)	1.72 (0.35)	3.32 (0.36)

المناقشة:

من هذه الدراسة يمكن ان نستنتج الأتي

1. رغم ان سائل الزيت المستعمل غير شفاف, يمكن استعمال الطريقة الأولية التعليمية لقياس معامل اللزوجة بوضع المغناطيس عند نهاية الأنبوبة وذلك لمشاهدة وسماع الكرة عند وصول هذه النقطة.

2. من خلال هذه النتائج نلاحظ ان السرعة الحدية في حالة سائل الماء أعلى من السرعة الحدية في حالة كل من الزيت الشفاف والزيت المستعمل , وهذا بدورة يقود إلى معامل لزوجة مرتفع في حالة الزيت المستعمل, ومنخفظ في حالة سائل الماء.

الشكر:

نود أن نتقدم بزجيل الشكر للأخوة الفنيين بمنى ستة(الورشة الميكانيكية) بمركز البحوث النووية على مساعدتهم في توفير احتياجات هذه الدراسة.

المراجع

1.محمد سالم الليد" الفيزياء التجريبية" (مكتبة مصر بالفجالة, 3 شارع كامل صدقي,1995) ص135-141.

2.R.A. Serway and J.W.Jewett **Physics for Scientists and Engineers, 6th ed**. (Thomson, Belmont, CA. 2004), pp.410-411.

3. **:** Colin Patrick, Trent McInturff, Michael Billups **Stokes' Law, Reynolds Number, and Measuring Liquid Viscosity(HOME /NATURAL SCIENCES /CHEMISTY)**