تجربة لزوجة سائل شفاف

الغاية من التجربة:

1- ايجاد معامل اللزوجة لذلك السائل باستخدام كرات معدنية وبتطبيق قانون ستوك.

2- البرهنة على ان الجسم يتخذ سرعة نهائية ثابتة عند سقوطه في سائل لزج.

الادوات المستخدمة:

1- انبوب زجاجي طوله حوالي مترين مملوء بالسائل المراد ايجاد لزوجته (الكلسيرين مثلا).

2- مجموعة من الكرات المعدنية ذات اقطار متساوية.

3- ماكروميتر (لقياس قطر الكرات).

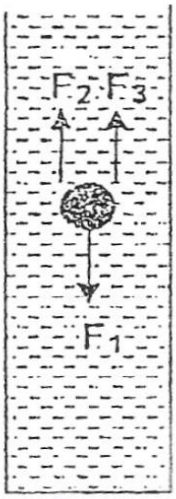
4- شريط قياس (مسطرة مترية)

5- ساعة توقيت (او مؤقت الهاتف المحمول)

6- احزمة مطاطية تستعمل لاخذ طول معين من الانبوب.

نظرية التجربة:

اذا اسقطنا كرة معدنية نرمز لنصف قطرها r وكثافة مادتها ρ_s وسرعتها المنتظمة V_1 في سائل لزج فانها تكون معرضة لثلاث قوى كما في الشكل ادناه هي:



1- القوة F_1 الناتجة عن الجاذبية الارضية للكرة (وزن الكرة) نحو الاسفل وتساوي:

حجم الكرة * كثافة مادة الكرة ρ_s * التعجيل الارضي

اي ان:

$$F_1 = \frac{4}{3}\pi r^3 \rho_s g$$

2- القوة F_2 الناتجة عن دفع السائل للكرة الى الاعلى (القوة الصعودية) وتساوي:

وزن كمية من السائل الذي كثافته ρ_1 وحجمه يساوي حجم الكرة.

اي ان:

$$F_2 = \frac{4}{3}\pi r^3 \rho_l g$$

3- قوة اللزوجة F_3 الناتجة عن لزوجة السائل واتجاها الى الاعلى، التي تعيق حركة الكرة داخل السائل وتعتمد على معامل اللزوجة للسائل ورمزه η، ونصف قطر الكرة r، وسرعة الترسيب المنتظمة V_1. حسب قانون ستوك Stocks low.

اي ان:

$$F_3 = 6\pi r v \eta$$

وعندما تصل الكرة الى سرعة منتظمة فان هذه القوى تتوازن اي ان مجموع القوى الى اعلى يساوي مجموع القوى الى الاسفل اي ان:

$$F_1=F_2+F_3$$

وبالتعويض عن قيم F_1، F_2، و F_3، في هذه العلاقة نحصل على قانون حساب معامل اللزوجة لسائل ما:

$$\eta = \frac{g\,(\rho_s - \rho_1)\,d^2}{18\,v_1}$$

وحدة معامل اللزوجة : غم /سم.ثا (gm/cm.sec)

حيث ان:

d: قطر الكرة ويساوي (3 mm)

V_1: سرعة الترسيب المنتظمة

ρ_s: كثافة الكرة ($7.8\ gm/cm^3$)

ρ_1 : كثافة السائل ($0.89\ gm/cm^3$)

g: التعجيل الارضي

طريقة العمل:

1- قم بقياس اقطار مجموعة من الكرات المتشابهة الاقطار باستخدام المايكروميتر.

2- احصر طولاً معينا من الانبوب وليكن (80 سم) مثلا بين حزامين مطاطيين.

3- دع الكرة تسقط سقوطاً حراً داخل السائل واحسب الزمن الذي تستغرقه الكرة لقطع هذه المسافة (80 سم).

4- غير المسافة بين الاحزمة المطاطية بمقدار 10 سم وفي كل مرة احسب الزمن اللازم للكرة لقطع المسافة بين الحزاميين المطاطيين، رتب القراءات في جدول كالاتي:

المسافة بين الاحزمة المطاطية L(cm)	الزمن الذي تستغرقة الكرة لقطع المسافة T(sec)
80	
70	
60	
50	
40	

5- ارسم العلاقة البيانية بين المسافة على المحور العمودي Y والزمن على المحور الافقي X والتي تمثل خطا مستقيماً يمر بنقطة الاصل والذي يمثل سرعة الترسيب المنتظمة V_1.

6- استخدم قيمة V1 التي حصلت عليها من الرسم البياني، بالاضافة الى قيم كثافة السائل والكرة والتعجيل الارضي وقطر الكرة لايجاد معامل اللزوجة من قانون معامل اللزوجة اعلاه.

7- سجل درجة حرارة المختبر عند اجراء التجربة.

ملاحظة: بما ان الرسم البياني يمثل خطاً مستقيماً يمر بنقطة الاصل دلالة على ان الجسم يتخذ سرعة نهائية ثابتة عند سقوطه في سائل لزج.

اسئلة المناقشة:

1- عرف اللزوجة.

2- هل يؤثر اسقاط الكرة قرب جدار الانبوبة عن وسطها؟

3- لماذا يجب اهمال مسافة 10 سم من اعلى سطح السائل ثم يتم بعد ذلك حساب السرعة؟

4- لماذا يجب تسجيل درجة حرارة المختبر عند اجراء التجربة؟

5- اشتق وحدات معامل اللزوجة؟