(PM1-1) لزوجة سائل – طريقة ستوكس

الغرض من التجربة

تعيين لزوجة سائل لزج

الأجهـــزة

أنبوبة طويلة مملوءة بالجلسرين – عدد من كرات الصلب ذات أنصاف أقطار مختلفة – ساعة إيقاف

نظرية التجربـــة

ترتبط اللزوجة (الإحتكاك الداخلى) بظهور قوى إحتكاك بين طبقتين من الغاز أو سائل تسريان متوازيتان أحدهما للأخرى بسرعات مختلفة.

ويعزى سبب القوى الداخلية ، أو اللزوجة، إلى انتقال كمية الحركة بواسطة الجزيئات من واحد إلى الآخر. وطبقا لقانون ستوك تكتسب كرة صغيرة نصف قطرها (a) تهبط فى سائل لزج معامل لزوجته ( ) سرعة طرفية ( ) ، ومن ثم تستدعى قوة إحتكاك (F_T) ، حيث

فى الحالة المستقرة ، أو عند الاتزان ، تكون القوى المؤثرة على الكرة هى

وزن الكرة الصلبة الى أسفل=

$$W=mg = 4/3\ pr^3\rho\, g$$

قوة دفع السائل الى أعلى = وزن السائل المزاح =

$$F_v= 4/3\ pr^3\sigma\, g$$

قوة الإحتكاك $F_T=6\,\pi\,\eta va$

وشرط الاتزان هو

$$F_T = mg - F_v$$

حيث تشير (ρ) و (σ) إلى كثافة الكور الصلبة والسائل ، على الترتيب. ومن المعادلة الأخيرة نحصل على

$$\therefore \upsilon = \tfrac{2}{9} ga^2\left(\frac{\rho-\sigma}{\eta}\right)$$

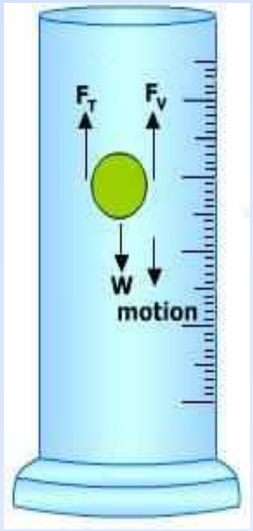
ومنها يتضح أن العلاقة بين السرعة (v) و نصف القطر (a^2) هى خط مستقم ومن ميله يمكن حساب (η).

تطبق المعادلة الأخيرة الخاصة بالسرعة الطرفية لكرة هابطة عبر مدى لامتناه من السائل. وفى حالة ظروف إجراء التجربة فى المعمل والتى فيها تهبط كور صغيرة فى اتجاه محورى عبر سائل لزج فى أنبوبة إسطوانية نصف قطرها (R) لابد من إجراء بعض التصحيحات على المعادلة الأخيرة، لتتضمن

"تأثير النهاية" بالنسبة إلى مقاييس الكرة والأنبوبة المستخدمة فى المعامل هذا التأثير يكون صغير جدا لدرجة يمكن إهماله

"تأثير الجدران" وقد تم حسابه بواسطة ليدينبرج (Ladenburg) ووجد أن تصويب السرعة الطرفية يعطى بالمعادلة :

$v(1+k(a/R))=v_o$ ، حيث (k=2.4)



شكل 1 القوى المؤثرة على حركة جسم فى سائل

خطوات العمـــل

1- ضع علامتين وارمز لهما بالحرفين (A) و (B) على الأنبوبة ، ولتكن المسافة بينهما (d) . تأكد ان (A) تقع تحت سطح السائل بمسافة مناسبة كافية بحيث تصل سرعة الكرة عند مرورها بالعلامة (A) الى السرعة الطرفية.

2- قس زمن هبوط عدة كور (بأنصاف أقطار مختلفة) بين النقطتين (A) و (B) . على الأقل ثلاث كور بنفس نصف القطر فى كل مرة . ومنها احسب (v) وجدولها.

3- ارسم رسما بيانيا بين (a_{av}^2) و (v_{av}) واختر أفضل الخطوط الذى يمر بنقطة الأصل، ثم احسب الميل (a^2/v) ومنه احسب معامل اللزوجة .

النتائـــج

a_1 (m)	a_2 (m)	a_3 (m)	a_v (m)	a_v^2 (m^2)	v_1 (m/s)	v_2 (m/s)	v_3 (m/s)	v_{av}(m/s)

σ = $kg\ m^{-3}$

ρ = $kg\ m^{-3}$

$g = 9.81\ m/s^2$

Slope =

η =

Edusoft
Innovate to educate