

به نام خدا

آزمایشگاه فیزیک 1

آزمایش تعیین ضریب ویسکوزیته

ممسن نجفی یزدی و امسان غزلباش

گروه : C10

مختصری از تئوری آزمایش:

لوازم آزمایش: لوله شیشه ای ممتوی گلیسیرین سوار شده بر سه پایه . زمان سنج ساچمه های فولادی قطرش و ریز سنج

تعریف ویسکوزیته : اگر سیالی در امتدادی در حرکت باشد لایه های مختلف سیال با سرعت های متفاوت حرکت می نمایند این حرکت ناپایدار است. و سرعتهای مختلف را می گرداند به عبارت دیگر قشرهایی که کندتر حرکت می کنند تندتر ولایه هایی که تندتر در حرکت هستند کندتر می شوند این پدیده را اصطکاک داخلی یا ویسکوزیته گویند.

اگر در امتداد محور y عمود بر مسیر حرکت سیال دو نقطه نزدیک به هم به فاصله dy در نظر میگیریم. سرعت جریان سیال از یکی از این دو نقطه تا نقطه دیگر به اندازه dv تغییر میکند. اگر در لایه ای عوامل ایجاد حرکت سیال را حذف نماییم سرعت لایه های مختلف شروع به تعادل میکند. برای این حالت باید نیروی اصطکاک داخلی بین قشرهای داخلی سیال وجود داشته باشد. مقدار این نیرو برای واحد

$$\frac{F}{s} = -\eta \frac{dv}{dy}$$

سطح لایه متناسب است با گرادیان سرعت یعنی:

$$\frac{F}{s} = -\eta \frac{dv}{dy} \Rightarrow \eta = -\frac{F/s}{dv/dy}$$

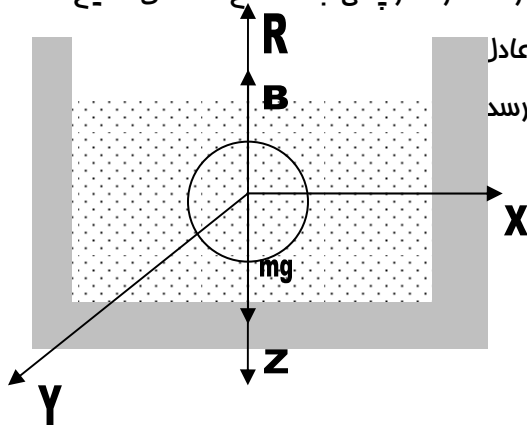
تصویر این رابطه بر روی محور x به صورت زیر است:

ضریب η را ضریب ویسکوزیته می نامند.

قانون استوکس: یکی از طرق اندازه گیری ضریب ویسکوزیته هرگاه کره کوچکی به شعاع r داخل مایع

سقوط کند نیروی اصطکاک r که سبب کندی حرکت آن میشود معادل طبق شکل این رابطه برقرار است وقتی گلوله به سرعت مد v می رسد

$$mg - B - R = 0$$



اگر حجم گلوله V جرم مخصوص گلوله و مایع d و d' باشد میتوان رابطه را به صورت زیر نوشت:

$$Vdg - Vd'g - 6\pi\eta rv' = 0$$

$$V = \frac{4}{3}\pi r^3$$

$$\frac{4}{3}\pi r^3 g(d - d') = 6\pi\eta rv'$$

$$\eta = \frac{2r^2(d - d')g}{9v'}$$

اگر گلوله مسافت l با سرعت v' در زمان t طی کرده باشد:

$$v' = \frac{l}{t}$$

$$r^2 = \frac{9\eta l}{2g(d - d')} \times \frac{1}{t}$$

$$y = \alpha x$$

اگر آزمایش را با گلوله های مختلف انجام دهیم و منحنی r^2 را نسبت به $1/t$ فقط مستقیم به دست می

$$\alpha = \frac{9\eta l}{2g(d - d')} \text{ : ایدکه ضریب زاویه ای فضا عبارت است از:}$$

با داشتن d', d, g, l, α می توان η را بدست آورد.

شرح آزمایش:

ابتدا قطر گلوله ها را اندازه گیری می کنیم. برای این آزمایش داده های زیر بدست آمد.

تذکر می دهیم که در ابتدا انحراف از مبدا ریز سنج -0.03mm می باشد. که داده های جدول زیر با اعمال

این انحراف می باشد.

D(mm)
6.32
6.34
5.51
6.28
2.96
4.71
4.69

مال تک تک ، گلوله ها را از بالای لوله به داخل مایع می اندازیم و زمان بین دو نقطه معین را اندازه گیری

می کنیم. این فاصله در این آزمایش $l = 501\text{mm}$ می باشد. زمانهای لازم برای هر کدام از این گلوله ها به

شرح زیر می باشد.

D(mm)	t(s)
6.29	3
6.31	2.9
5.48	3.35
6.25	3.1
2.93	10.3
4.68	4.5
4.66	4.6

برای بدست آوردن معادله فط جدولی در دستگاه C.G.S تهیه می کنیم. با استفاده از این جدول معادله تغییرات r^2 بر حسب $\frac{1}{t}$ به کمک روش حداقل مربعات مانده ها و در حالتی که فط از مبدا می گذرد، مناسبه می نماییم. معادله فط بدست آمده رسم می کنیم. و همینطور با توجه به روابط بالا η را مناسبه می کنیم.

l(cm)	r(cm)	t(s)	$r^2(\text{cm}^2)$	$1/t(1/s)$
50.1	0.0316	3	0.000999	0.333333
50.1	0.0317	2.9	0.001005	0.344828
50.1	0.02755	3.35	0.000759	0.298507
50.1	0.0314	3.1	0.000986	0.322581
50.1	0.0148	10.3	0.000219	0.097087
50.1	0.02355	4.5	0.000555	0.222222
50.1	0.02345	4.6	0.00055	0.217391

تغییر متغیرهای زیر را انجام می دهیم:

$$r^2 \rightarrow y$$

$$\frac{1}{t} \rightarrow x$$

$$\frac{9\eta l}{2g(d-d')} \rightarrow A$$

\Rightarrow

$$y = Ax$$

\Rightarrow

$$A = \frac{[xy]}{[xx]}$$

که با توجه به تغییر متغیرهای بالا داریم:

x	y	xx	xy
0.333333	0.000999	0.111111	0.000333
0.344828	0.001005	0.118906	0.000347
0.298507	0.000759	0.089107	0.000227
0.322581	0.000986	0.104058	0.000318
0.097087	0.000219	0.009426	2.13E-05
0.222222	0.000555	0.049383	0.000123
0.217391	0.00055	0.047259	0.00012
sum		sum	sum
1.83595		0.52925	0.001488

پس:

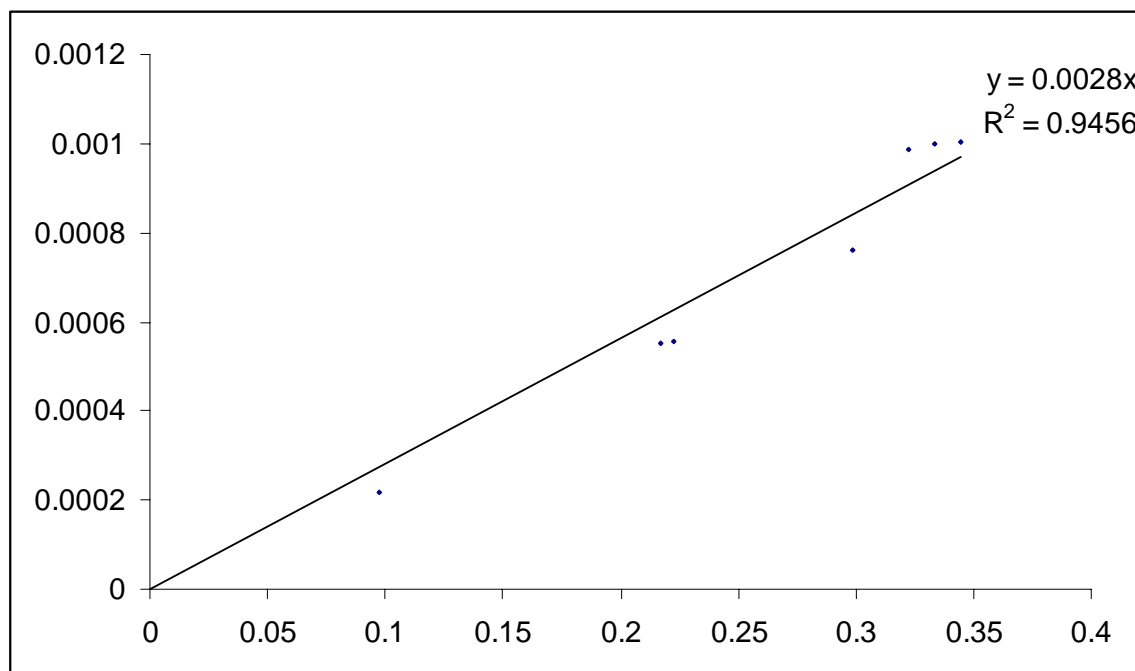
$$A = \frac{0.001488}{0.52925} = 0.002811525744 \text{ cm}^2 \cdot \text{s}$$

پس داریم:

$$A = \frac{9\eta l}{2g(d-d')}$$

\Rightarrow

$$\eta = \frac{2Ag(d-d')}{9l} = \frac{2 \times 0.002811525744 \times 979.44 \times (7.600 - 1.293)}{9 \times 50.1} = 0.07703578144 \frac{\text{dyne} \cdot \text{s}}{\text{cm}^2}$$



خواسته:

خطای η را محاسبه می کنیم.

می توان برای بدست آوردن خطای η از رابطه زیر استفاده کرد:

$$\Delta \eta = \frac{2g(d-d')}{9l} \Delta A$$

خطای A را $\alpha_A = \Delta A$ می نامیم.

$$\alpha^2 = \frac{[dd]}{N-2}$$

d	dd
-6.13848E-05	3.76809E-09
-3.53984E-05	1.25304E-09
8.02589E-05	6.44149E-09
-7.90162E-05	6.24356E-09

5.39237E-05	2.90776E-09
7.0181E-05	4.92537E-09
6.12987E-05	3.75754E-09
	sum
	2.92969E-08

$$\alpha^2 = \frac{2.92969 \times 10^{-8}}{7-2} = 5.85938 \times 10^{-8}$$

⇒

$$\alpha = 7.654658712 \times 10^{-5}$$

برای بدست آوردن α_A داریم:

$$\frac{a_A^2}{N} = \frac{\alpha^2}{\Delta}$$

که در آن :

$$\Delta = [xx] \times N - [x]^2$$

⇒

$$\Delta = 0.52925 \times 7 - 1.83595^2 = 0.3340375975$$

پس:

$$\alpha_A = \sqrt{\frac{\alpha^2 N}{\Delta}} = 3.504105526 \times 10^{-4} \text{ cm}^2 \cdot \text{s}$$

حال اگر فضای η را $\Delta \eta$ بنامیم داریم:

$$\Delta \eta = \frac{2g(d-d')}{9l} \alpha_A = 9.601246157 \times 10^{-3} \frac{\text{dyne} \cdot \text{s}}{\text{cm}^2}$$

پس:

$$\eta = 0.080 \pm 0.010 \frac{\text{dyne} \cdot \text{s}}{\text{cm}^2}$$

فواسته:

سوال 1 : علت رها کردن گلوله از نزدیکی سطح مایع چیست ؟

به این دلیل که سرعت اولیه نداشته باشد و ما مطمئن باشیم از نقطه اتقابی ما به سرعت مد رسیده باشد.

سوال 2 : آیا انتقاب محل نقطه A در لوله شیشه ای اختیاری است؟ چرا؟

نقطه باید از یک مقداری بگذرد تا به سرعت مد فود رسیده باشد.