هدف آزمایش اندازه‌گیری ویسکوزیته دینامیکی آب در دماهای اتاق با جریان آرام

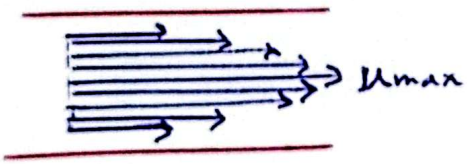
کمیت مورد آزمایش ویسکوزیته آب (گرانروی)

- تعریف کمیت مقیاسی از مقاومت سیال در برابر جاری شدن یا تغییر شکل تحت نیروی برشی (اصطکاک داخلی بین لایه‌های سیال)
- واحد کمیت پاسکال. ثانیه $Pa.s$
- دیمانسیون کمیت $\mu = \frac{f}{A}\frac{dy}{du_x} \rightarrow [\mu] = [ML^{-1}T^{-1}]$

تئوری آزمایش

در یک سیال وقتی لایه‌هایی از سیال نسبت به هم حرکت می‌کنند به دلیل اصطکاک داخلی بین مولکول‌ها نیروی در خلاف جهت حرکت ایجاد می‌شود که همان ویسکوزیته دینامیکی است. با بررسی جریان آرام در یک لوله و استفاده از قانون هاگن - پوازی به رابطه زیر می‌رسیم

$$D_T = \frac{\pi r^4}{8L\mu}\Delta P$$

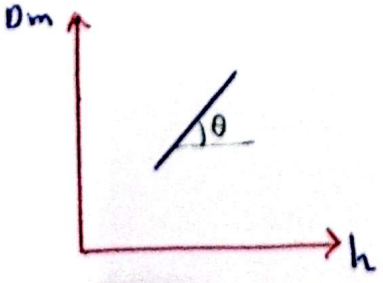


که در آن
- D_T دبی حجمی آب
- r شعاع لوله
- L طول لوله
- μ ویسکوزیته
- ΔP اختلاف فشار

از طرفی داریم $D_T = \frac{D_m}{\rho}$ و $\Delta P = \rho g h$ بنابراین با جایگذاری در فرمول به رابطه زیر می‌رسیم

$$D_m = \frac{\pi r^4 \rho^2 g}{8L}\frac{h}{\mu} \longrightarrow D_m = K\frac{h}{\mu}$$

که در آن
- K مقدار ثابت
- h ارتفاع
- D_m دبی جرمی آب



با رسم نمودار دبی جرمی آب در ارتفاع‌های مختلف داریم

$$D_m = \frac{K}{\mu}h$$
$$\tan\theta = \frac{K}{\mu}$$

* در اینجا اختلاف فشار عامل حرکت جریان آب بوده
* با افزایش دما ویسکوزیته آب کاهش می یابد زیرا نیروی بین مولکول ها کاهش یافته (در گازها برعکس)
* در اینجا شاره آرمانی است

مراحل انجام آزمایش

تجهیزات مورد نیاز: دستگاه یکنواخت کننده فشار - ترازو و بشر - لوله مویین

در اینجا مایک استوانه که سیال در آن جاری می شود شامل یک ورودی و دو خروجی بوده زیرا در مسیر ورودی آب از یک لوله با قطر بیشتر نسبت به خروجی وارد می شود خروجی دوم برای یکسان کردن مقدار آب ورودی و خروجی است. برای تنظیم ارتفاع فاصله وسط شعاع لوله مویین تا سطح وسط مخزن را در نظر می گیریم برای این کار یک نشان روی مرکز لوله مویین تطبیق داده.
برای شروع جریان کمی از آب را وارد سیستم می کنیم به محض ورود به استوانه حباب هایی ایجاد شد که باید تخلیه شوند زیرا سیال باید جاری باشد و جریان آب تغییر نکند. سپس برای زمان مشخص t در ارتفاعات مختلف مقدار دبی جرمی آب را حساب کرده و ویسکوزیته را به دست می آوریم.

محاسبات آزمایش

$$\begin{cases} k \text{ محاسبه} \rightarrow k = \dfrac{\pi r^4 \rho^2 g}{8L} = \dfrac{3.14 \times (0.1250 \times 10^{-2})^4 \times (997)^2 \times 9.8}{8 \times 0.4} = 0.0000233 \ \dfrac{kg^2}{m^2 s^2} \\ Dm = \dfrac{k}{\mu} h \rightarrow \mu = \dfrac{kh}{Dm} \rightarrow \mu = \dfrac{kht}{m} \end{cases}$$

$$\mu_1 = \frac{(0.0000233) \times 0.21 \times 20}{157.25 \times 10^{-3}} = 0.000913 \ Pa.s$$

$$\mu_2 = \frac{(0.0000233) \times 0.27 \times 20}{121 \times 10^{-3}} = 0.001041 \ Pa.s$$

$$\mu_3 = \frac{(0.0000233) \times 0.33 \times 20}{134.50 \times 10^{-3}} = 0.00157 \ Pa.s$$

$$\mu_4 = \frac{(0.0000233) \times 0.40 \times 20}{173.50 \times 10^{-3}} = 0.00112 \ Pa.s$$

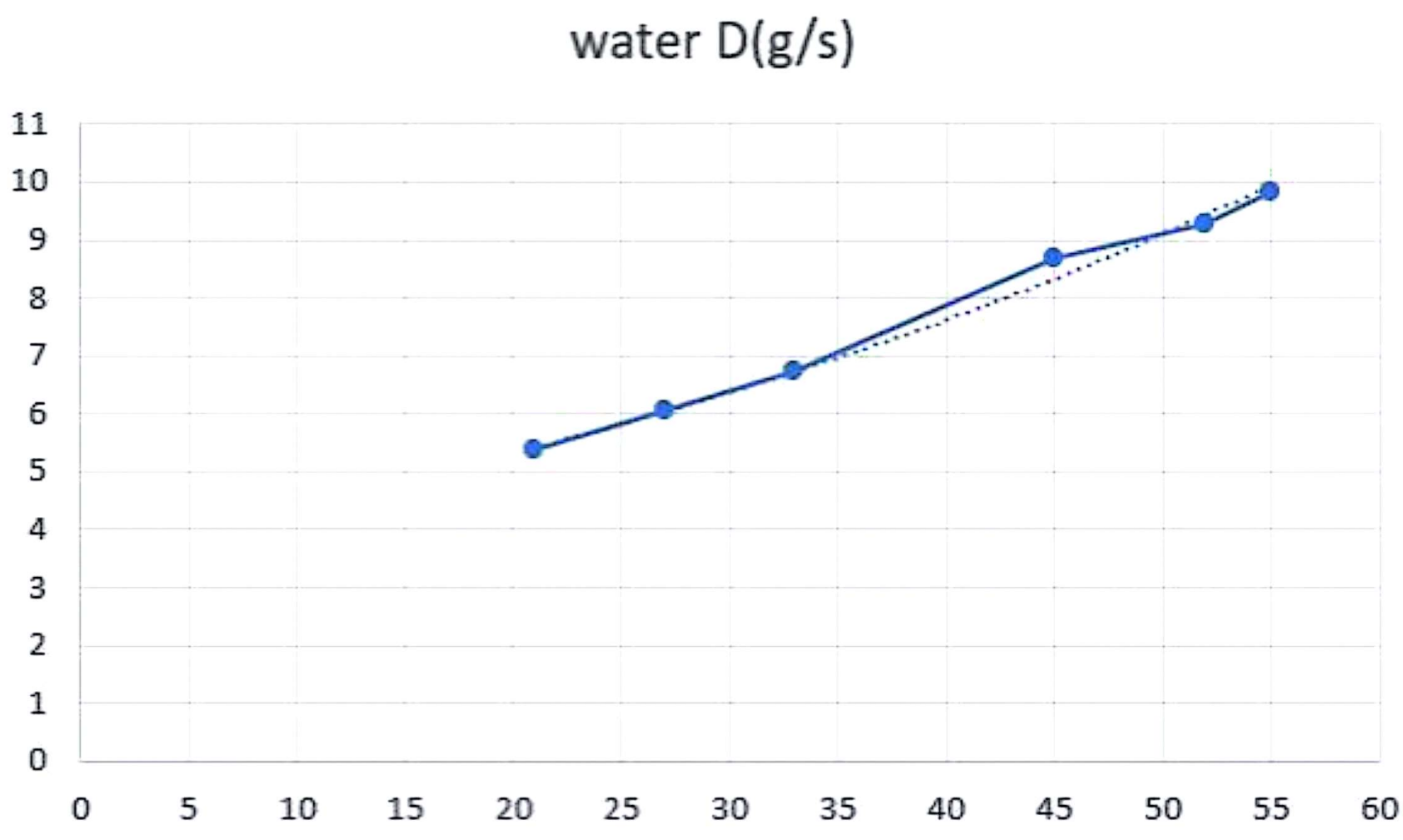
$$\mu_5 = \frac{(0.0000233) \times 0.52 \times 20}{185.50 \times 10^{-3}} = 0.00119$$

$$\mu_6 = \frac{(0.0000233) \times 0.55 \times 20}{195.50 \times 10^{-3}} = 0.00124$$

$$\rightarrow \bar{\mu} = \frac{\mu_1 + \mu_2 + \mu_3 + \mu_4 + \mu_5 + \mu_6}{6} = 0.00109 \ Pa.s$$

خطای مطلق $\begin{cases} \Delta\mu = |\bar{\mu} - \mu_2| \\ \mu_2 = 0/001002\ Pa.s \end{cases} \longrightarrow \Delta\mu = |0/100109 - 0/001002| = 0/000088\ Pa.s$

خطای نسبی $\begin{cases} E = \dfrac{\Delta\mu}{\mu_2} \\ \mu_2 = 0/001002\ Pa.s \end{cases} \longrightarrow E = \dfrac{0/000088}{0/001002} = 0/087$

درصد خطای نسبی $= E \times 100$ $\qquad 0/087 \times 100\% = 8/7\%$

ight(cm)	water D(g/s)
21	5.3625
27	6.05
33	6.725
45	8.675
52	9.275
55	9.825