

Закон на Стокс

Васил Николов
(Dated: 6 февруари 2022 г.)

I. ЦЕЛ НА ЕКСПЕРИМЕНТА

Да се измери визкозитетът на глицерин при дадена температура като се измери терминалната скорост на топчета, падащи в него.

II. ТЕОРЕТИЧНА ОБОСНОВКА

Нека m , r и v са съответно маса, радиус и моментна скорост на топчето. r се измерва с точност F_g - сила на тежестта

F_a - архимедова сила

$F_{drag}(v)$ - сила на съпротивление в зависимост от скоростта

$$F_g = mg$$

$$F_a = \frac{4}{3}\pi r^3 \rho_{liq} g$$

$$F_{drag}(v) = 6\pi\eta r v (1 + 2.4 \frac{r}{R})$$

$$\eta = \frac{(m - \frac{4}{3}\pi r^3 \rho_{liq})g}{6\pi r v (1 + 2.4 \frac{r}{R})}$$

Нека частта от тръбата, в която премаме, че топчето се е движило с постоянна скорост, е L , а времето, което измерваме, е t .

$$v = \frac{L}{t}$$

$$\eta = \frac{(m - \frac{4}{3}\pi r^3 \rho_{liq})gt}{6\pi r (1 + 2.4 \frac{r}{R})L}$$

За да получим крайния резултат осредняваме всички стойности на η .

III. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНА УСТАНОВКА

Във висока вертикална тръба, пълна с глицерин, се пускат оловни топчета с различни размери. Измерва се тяхната терминална скорост като се мери времето, за което изминават дадено фиксирано разстояние.

Началото на измерването започва 20 см под повърхността на глицерина, така че топчето да е достигнало терминалната си скорост.

IV. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ДАННИ И РЕЗУЛТАТИ

За конкретната експериментална установка $L = 26\text{cm}$, а плътността на глицерина е 1200 kg/m^3 . Радиусът на тръбата е $R = 2.6\text{cm}$

N	M, mg	D, mm	t, s	v, m/s	$\eta, Pa \cdot s$
1	60	2.145	16.41	1.58	1.49
2	59	2.115	15.89	1.64	1.44
3	44.5	1.935	18.66	1.39	1.40
4	57	2.155	16.12	1.55	1.37
5	42	1.94	19.29	1.30	1.35
6	50	2.04	16.97	1.47	1.35
7	40	1.93	19.61	1.27	1.31
8	55	1.855	16.57	1.51	1.67
9	38	1.865	20.23	1.24	1.34
10	66	2.1	16.03	1.56	1.66

Средностатистическата стойност на визкозитета е $\bar{\eta} = 1.44 Pa \cdot s \pm 3\%$. Тази стойност е близка до табличните стойности за визкозитета на глицерина $\eta_{table} = 1.417 Pa \cdot s$ при $20^\circ C$.

V. ВЪЗМОЖНИ ИЗТОЧНИЦИ НА ГРЕШКА

Възможни източници на систематична грешка са

- Балонче въздух, което остава над топчето, докато то пада
- Грешна формула за сила на съпротивление в тръба
- Топчето не е пуснато централно в тръбата

Балончето въздух може да се избегне като се пуска топчето от минимална височина. За да се установи вярността на поправката (умножаване на силата на съпротивление по $(1 + 2.4 \frac{r}{R})$) трябва да се изследват тръби с различни радиуси и различни топчета.