

**УРАЛЬСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**Кафедра физики**

**О Т Ч Е Т**

**по лабораторной работе №4**

**«Определение коэффициента вязкости технического глицерина  
методом падающего шарика»**

Студент(ка) \_\_\_\_\_

Группа \_\_\_\_\_

Преподаватель \_\_\_\_\_

Дата \_\_\_\_\_

1. Основная расчетная формула:

$$\eta = \frac{\langle d \rangle^2 (\rho_1 - \rho_2) g}{18\nu},$$

где  $\rho_1 = \frac{6\langle m \rangle}{\pi\langle d \rangle^3} -$  \_\_\_\_\_ ;

$\rho_2 -$  \_\_\_\_\_ ;

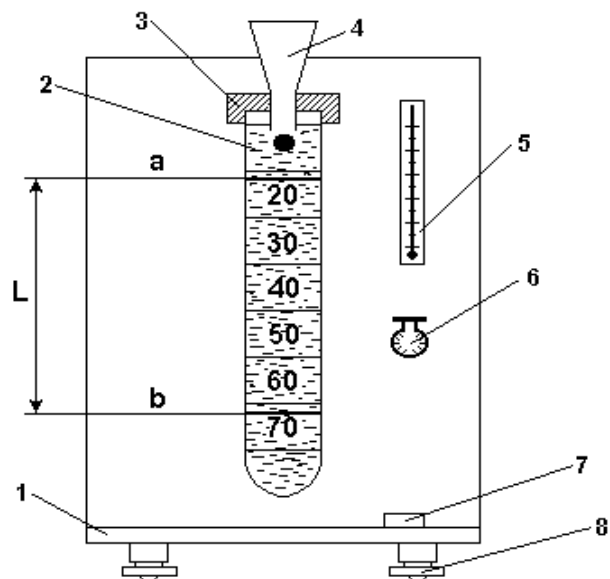
$\langle d \rangle -$  \_\_\_\_\_ ;

$g -$  \_\_\_\_\_ ;

$\langle m \rangle -$  \_\_\_\_\_ ;

$\nu -$  \_\_\_\_\_

2. Эскиз установки.



### 3. Средства измерений и их характеристики.

Таблица 1

Наименование средства измерения и его номер	Предел измерений или номинальное значение шкалы	Цена деления шкалы	Предел основной погрешности $\theta_{\text{осн}}$
Цифровые весы			
Микрометр Шкалы: линейная круговая			
Секундомер			
Металлическая линейка			
Ареометр			
Термометр			

Установка № ... для определения коэффициента вязкости.

### 4. Результаты измерений

#### 4.1. Измерение диаметров шариков

Таблица 2

$d_i$ , мм	$(d_i - \langle d \rangle)$ , мм	$(d_i - \langle d \rangle)^2$ , мм <sup>2</sup>

$$\langle d \rangle = \dots \quad \text{мм},$$

$$\sum (d_i - \langle d \rangle)^2 = \dots \quad \text{мм}^2.$$

Среднеквадратичное отклонение:  $S_{\langle d \rangle} = \sqrt{\frac{\sum (d_i - \langle d \rangle)^2}{n(n-1)}} = \dots \quad \text{мм};$

$$\varepsilon_d = t_{P,n} \cdot S_{\langle d \rangle} = \dots \quad \text{мм};$$

$$\theta_d = \theta_{\text{осн}} = \dots \quad \text{мм};$$

$$\Delta_d = \sqrt{\varepsilon_d^2 + \theta_d^2} = \dots \quad \text{мм.} \quad P = 0,95.$$

## 4.2. Измерение массы шариков

Таблица 3

$m_i, \Gamma$	$(m_i - \langle m \rangle), \Gamma$	$(m_i - \langle m \rangle)^2, \Gamma^2$

$$\langle m \rangle = \dots \quad \Gamma; \quad \sum (m_i - \langle m \rangle)^2 = \dots \quad \Gamma^2;$$

$$S_{\langle m \rangle} = \sqrt{\frac{\sum (m_i - \langle m \rangle)^2}{n(n-1)}} = \dots \quad \Gamma;$$

$$\varepsilon_m = t_{p,n} S_{\langle m \rangle} = \dots \quad \Gamma;$$

$$\theta_m = \theta_{\text{очн}} = \dots \quad \Gamma;$$

$$\Delta m = \sqrt{\varepsilon_m^2 + \theta_m^2} = \dots \quad \Gamma. \quad P = 0,95.$$

## 4.3. Измерение времени падения шариков<sup>1</sup>.

Таблица 4

$\tau_i, \text{с}$	$(\tau_i - \langle \tau \rangle), \text{с}$	$(\tau_i - \langle \tau \rangle)^2, \text{с}^2$

$$\langle \tau \rangle = \dots \quad \text{с}; \quad \sum (\tau_i - \langle \tau \rangle)^2 = \dots \quad \text{с}^2;$$

$$S_{\langle \tau \rangle} = \sqrt{\frac{\sum (\tau_i - \langle \tau \rangle)^2}{n(n-1)}} = \dots \quad \text{с};$$

$$\varepsilon_\tau = t_{p,n} S_{\langle \tau \rangle} = \dots \quad \text{с};$$

<sup>1</sup>по усмотрению преподавателя,  $\tau_i$  – время движения шарика между какими-либо двумя определенными метками при его равномерном движении

$$\theta_{\tau} = \theta_{\text{очн}} = \dots \quad \text{с};$$

$$\Delta_{\tau} = \sqrt{\theta_{\tau}^2 + \varepsilon_{\tau}^2} = \dots \quad \text{с.} \quad P = 0,95.$$

4.4. Измерение расстояния между метками:

$$L = \dots \quad \text{мм}, \quad \Delta_L = \theta_L = 1,1\sqrt{\theta_{\text{очн}}^2 + \theta_{\text{отс}}^2} = \dots \quad \text{мм}, \quad P = 0,95.$$

4.5. Определение скорости установившегося движения шарика:

$$v = L / \langle \tau \rangle = \dots \quad \text{м/с.}$$

4.6. Измерение плотности жидкости:

$$\rho_2 = \dots \quad \text{г/см}^3 = \dots \quad \text{кг/м}^3$$

$$\Delta_{\rho_2} = \theta_{\rho_2} = 1,1\sqrt{\theta_{\text{очн}}^2 + \theta_{\text{отс}}^2} = \dots \quad \text{г/см}^3, \quad P = 0,95.$$

4.7. Измерение температуры жидкости:

$$t = \dots \quad \text{°C.}$$

$$\Delta_t = \theta_t = 1,1\sqrt{\theta_{\text{очн}}^2 + \theta_{\text{отс}}^2} = \dots \quad \text{°C.}$$

5. Расчет искомой величины:

5.1. Расчет плотности материала шариков:

$$\rho_1 = \frac{6\langle m \rangle}{\pi\langle d \rangle^3} = \dots \quad \text{кг/м}^3.$$

5.2. Расчет вязкости жидкости:

$$\eta = \frac{\langle d \rangle^2 (\rho_1 - \rho_2) g}{18\nu} = \dots \quad \text{Па·с.}$$

6. Расчет границ погрешностей:

6.1. Расчет границы абсолютной погрешности результата определения плотности материала шариков:

$$\Delta_{\rho_1} = \rho_1 \cdot \sqrt{\left(\frac{\Delta_m}{m}\right)^2 + \left(3\frac{\Delta_d}{d}\right)^2} = \dots \quad \text{кг/м}^3.$$

6.2. Расчет границы относительной погрешности результата определения коэффициента вязкости жидкости

$$\gamma = \frac{\Delta_\eta}{\langle \eta \rangle} = \sqrt{\left(2 \frac{\Delta_d}{d}\right)^2 + \left(\frac{\Delta_{\rho 1}}{\rho_1 - \rho_2}\right)^2 + \left(\frac{\Delta_{\rho 2}}{\rho_1 - \rho_2}\right)^2 + \left(\frac{\Delta_\tau}{\tau}\right)^2 + \left(\frac{\Delta_L}{L}\right)^2} = \dots$$

$$\gamma = \sqrt{\dots} = \dots$$

6.3. Расчет границы абсолютной погрешности результата измерения коэффициента вязкости:

$$\Delta_\eta = \gamma \langle \eta \rangle = \pm \dots \text{ Па}\cdot\text{с.}$$

7. Окончательный результат измерения коэффициента вязкости жидкости при температуре  $t = \dots$  °С:

$$\eta = (\langle \eta \rangle \pm \Delta_\eta) = (\dots \pm \dots) \text{ Па}\cdot\text{с}, \quad P = 0,95.$$

8. Выводы.