

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

**ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1-23**  
**«ВИЗНАЧЕННЯ ДИНАМІЧНОЇ В'ЯЗКОСТІ РІДИНИ ЗА**  
**МЕТОДОМ СТОКСА»**

методичні вказівки для здобувачів спеціальності 123  
дистанційної форми навчання

Одеса: ДУ «ОП», 2022

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

**ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1-23**  
**«ВИЗНАЧЕННЯ ДИНАМІЧНОЇ В'ЯЗКОСТІ РІДИНИ ЗА**  
**МЕТОДОМ СТОКСА»**

методичні вказівки для здобувачів спеціальності 123  
дистанційної форми навчання

Затверджено  
на засіданні кафедри фізики  
Протокол № 7 від 3.02.2022 р.

Одеса: ДУ «ОП», 2022

**ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1-23 «ВИЗНАЧЕННЯ ДИНАМІЧНОЇ В'ЯЗКОСТІ РІДИНИ ЗА МЕТОДОМ СТОКСА»** методичні вказівки для здобувачів спеціальності 123 дистанційної форми навчання / Укл.: Олена Володимирівна Свірідова, Ольга Валентинівна Свірідова. – Одеса: ДУ «ОП», 2022. – 6 с.

Укл.: Олена. В. Свірідова, ст. викл.,  
Ольга. В. Свірідова к.ф.-м.н., доц..

## **ЗМІСТ**

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1-23 .....	4
«ВИЗНАЧЕННЯ ДИНАМІЧНОЇ В'ЯЗКОСТІ РІДИНИ ЗА МЕТОДОМ СТОКСА» .....	4
Мета роботи .....	4
Теоретична частина .....	4
Порядок виконання роботи: .....	4
Таблиці даних .....	5
Контрольні запитання: .....	6
Література: .....	6

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1-23 «ВИЗНАЧЕННЯ ДИНАМІЧНОЇ В'ЯЗКОСТІ РІДИНИ ЗА МЕТОДОМ СТОКСА»

### Мета роботи

Метою роботи експериментальне визначення динамічної в'язкості рідини за методом Стокса.

### Теоретична частина



На тверду кульку, що падає у в'язкій рідині, діють три сили: сила тяжіння, виштовхуюча сила (закон Архімеда) і сила опору руху, яка обумовлена силами внутрішнього тертя рідини. Під час руху кульки шар рідини, що межує з поверхнею, прилипає до кульки і рухається зі швидкістю кульки. Найближчі шари рідини теж рухаються, але їх швидкості тим менше, чим далі вони знаходяться від кульки. Таким чином, при обчисленні опору середі слід враховувати тертя окремих шарів рідини між собою, а не тертя кульки о рідину.

Якщо кулька падає в рідині, що простягається безмежно по всім напрямкам, і не залишає за собою ніякого завихрення (мала швидкість падіння, маленька кулька), то, як показав Стокс, сила тертя дорівнює:

$$f = 6\pi\eta vr.$$

Тут  $\eta$  – коефіцієнт внутрішнього тертя рідини,  $v$  – швидкість кульки,  $r$  – її радіус.

Розглядаючи рівняння руху кульки, можна отримати значення коефіцієнта внутрішнього тертя:

$$\eta = \frac{(\rho - \rho_{\text{ж}})\bar{d}^2}{18l} gt.$$

Тут  $\rho$  – щільність речовини кульки,  $\rho_{\text{ж}}$  – щільність рідини,  $g$  – прискорення сили тяжіння,  $\bar{d}$  – середнє значення діаметра кульки.

### Порядок виконання роботи:

Для вимірювання коефіцієнта внутрішнього тертя рідин використовують дуже маленьку кульку з матеріалу, щільність якого відома. Діаметр кульки вимірюють мікрометром. Кульку занурюють у високу колбу з рідиною відомої щільності і заміряють час падіння кульки між поділками. Відстань між поділками відома. Використовують кілька кульок, у нашому випадку 5. Значення коефіцієнта внутрішнього тертя обчислюють для кожної кульки; обчислюють середнє значення та обчислюють похибку вимірювань.

Фотографія установки для вимірів наведена нижче.

При обчисленнях використовувати відомі значення величин:

$$l = 1\text{ м}; \rho = 2600 \text{ кг/м}^3; \rho_{\text{ж}} = 1251 \text{ кг/м}^3 \quad g = 9,81 \text{ м/с}^2$$

Для обчислень використовувати дані, що наведені у таблицях.

## Таблиці даних

### ТАБЛИЦЯ 1

№	$d_1, \text{мм}$	$d_2, \text{мм}$	$d_3, \text{мм}$	$\bar{d}, \text{мм}$	$t, \text{с}$	$\eta, \text{Па} \cdot \text{с}$	$\delta\eta_i$	$(\delta\eta_i)^2$
1	4,85	4,84	4,82		13,97			
2	4,64	4,61	4,60		12,26			
3	4,77	4,75	4,76		14,44			
4	4,56	4,54	4,53		13,00			
5	3,78	3,76	3,74		15,57			

### ТАБЛИЦЯ 2

№	$d_1, \text{мм}$	$d_2, \text{мм}$	$d_3, \text{мм}$	$\bar{d}, \text{мм}$	$t, \text{с}$	$\eta, \text{Па} \cdot \text{с}$	$\delta\eta_i$	$(\delta\eta_i)^2$
1	4,75	4,74	4,72		13,57			
2	4,64	4,61	4,60		12,66			
3	4,74	4,72	4,70		14,24			
4	4,66	4,64	4,63		13,00			
5	3,72	3,70	3,68		12,57			

### ТАБЛИЦЯ 3

№	$d_1, \text{мм}$	$d_2, \text{мм}$	$d_3, \text{мм}$	$\bar{d}, \text{мм}$	$t, \text{с}$	$\eta, \text{Па} \cdot \text{с}$	$\delta\eta_i$	$(\delta\eta_i)^2$
1	5,74	5,77	5,79		10,04			
2	5,99	5,70	5,83		11,50			
3	4,87	4,83	4,80		14,36			
4	5,77	5,80	5,83		12,78			
5	5,69	5,64	5,73		12,32			

### ТАБЛИЦЯ 4

№	$d_1, \text{мм}$	$d_2, \text{мм}$	$d_3, \text{мм}$	$\bar{d}, \text{мм}$	$t, \text{с}$	$\eta, \text{Па} \cdot \text{с}$	$\delta\eta_i$	$(\delta\eta_i)^2$
1	5,54	5,67	5,69		9,04			
2	5,89	5,50	5,53		11,50			
3	4,37	4,03	4,10		16,36			
4	5,77	5,80	5,83		12,78			
5	5,60	5,54	5,63		12,12			

### ТАБЛИЦЯ 5

№	$d_1, \text{мм}$	$d_2, \text{мм}$	$d_3, \text{мм}$	$\bar{d}, \text{мм}$	$t, \text{с}$	$\eta, \text{Па} \cdot \text{с}$	$\delta\eta_i$	$(\delta\eta_i)^2$
1	5,85	5,84	5,82			11,60		
2	5,64	5,61	5,60			12,40		
3	5,77	5,75	5,76			16,05		
4	5,56	5,54	5,53			12,25		
5	4,78	4,70	4,72			14,09		

### ТАБЛИЦЯ 6

№	$d_1, \text{мм}$	$d_2, \text{мм}$	$d_3, \text{мм}$	$\bar{d}, \text{мм}$	$t, \text{с}$	$\eta, \text{Па} \cdot \text{с}$	$\delta\eta_i$	$(\delta\eta_i)^2$
1	4,75	4,74	4,71		14,21			
2	4,54	4,51	4,50		15,06			
3	4,77	4,75	4,76		14,15			
4	4,66	4,64	4,63		13,85			
5	5,78	5,72	5,70		16,02			

**ТАБЛИЦЯ 7**

№	$d_1$ , мм	$d_2$ , мм	$d_3$ , мм	$\bar{d}$ , мм	$t$ , с	$\eta$ , Па · с	$\delta\eta_i$	$(\delta\eta_i)^2$
1	4,65	4,64	4,62		14,02			
2	4,74	4,71	4,69		14,20			
3	4,87	4,85	4,86		15,01			
4	4,56	4,54	4,53		16,02			
5	5,78	5,75	5,77		15,55			

**Контрольні запитання:**

1. Що називають динамічною в'язкістю?
2. В яких одиницях виражається динамічна в'язкість у СІ?
3. Чому дорівнює сила внутрішнього тертя між шарами рідини?
4. Запишіть закон Стокса. За яких умов він правильний?
5. Запишіть другий закон Ньютона для кульки, що падає у рідині.
6. Що називають градієнтом швидкості?
7. Сформулюйте і запишіть закон Архімеда.

**Література:**

1. Кучерук І.М. Горбачук І.Т. Луцик П.П. За редакцією Кучерука І.М. Загальний курс фізики. Том 1: Механіка. Молекулярна фізика і термодинаміка. – К.: Техніка, 1999.
2. Козицький С.В., Золотко А.Н. Молекулярная фізика. Підручник, т.2; Курс загальної фізики у бт. – Одеса, Астропринт, 2011. – 352 с.
3. Бушок Г.Д. Курс фізики у 2-х книгах: кн. 2 Оптика. Фізика атома і атомного ядра. Молекулярна фізика і термодинаміка. К.: Либідь, 2001. 424 с.