



Группа М3102 К работе допущен \_\_\_\_\_  
Студент Фадеев Артём Владимирович Работа выполнена \_\_\_\_\_  
Преподаватель Сегин Д.В. Отчет принят \_\_\_\_\_

## Рабочий протокол и отчет по лабораторной работе № 3.12

Отмет Милликина.

1. Цель работы:
  - Исследование движения заряженных капель в электрическом и гравитационном полях.
  - Определение величины элементарного заряда.
2. Задачи, решаемые во время выполнения работы:
  - Измерение скоростей движения капель масла при различных напряжениях и направлениях электрического поля.
  - Определение радиуса и заряда капель.
3. Объект исследования.
  - Капли масла в электрическом поле.
4. Метод экспериментального исследования.
  - Изучение виртуальной лабораторной установки, проведение измерений.
5. Рабочие формулы и исходные данные.

$$r = C_r \sqrt{v_1 - v_2}, \quad C_r = \frac{3}{2} \sqrt{\frac{\eta}{(\rho_o - \rho)g}}, \quad q = C_q \frac{(v_1 + v_2) \sqrt{v_1 - v_2}}{U},$$

$$C_q = \frac{9}{2} \pi d \sqrt{\frac{\eta^3}{(\rho_o - \rho)g}}, \quad \sigma_e = \sqrt{\frac{1}{N(N-1)} \sum_{i=1}^N (e_i - \langle e \rangle)^2}, \quad \langle e \rangle = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N e_i$$

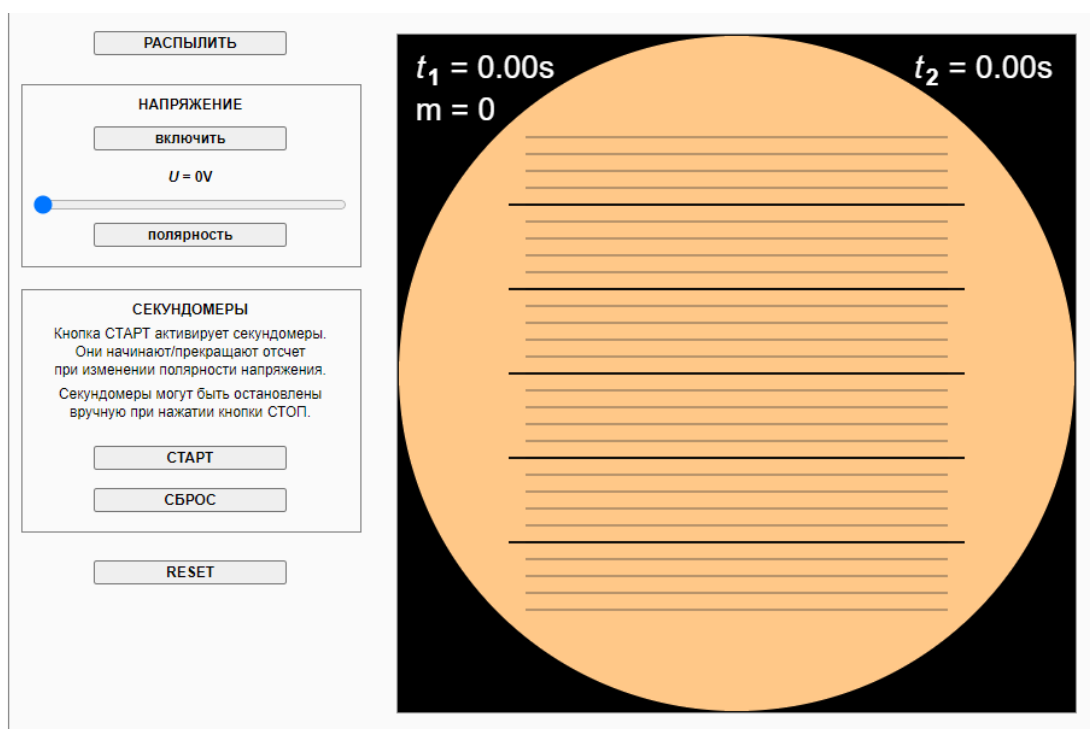
- Ускорение свободного падения:  $g = 9,81 \text{ м/с}^2$
- Плотность масла:  $\rho_o = 875,3 \text{ кг/м}^3$

- Плотность воздуха:  $\rho = 1,29 \text{ кг/м}^3$
- Вязкость воздуха:  $\eta = 1,81 \cdot 10^{(-5)} \text{ Н} \cdot \text{с/м}^2$
- Расстояние между обкладками конденсатора:  $d = 6 \text{ мм}$
- Расстояние горизонтальными штрихами:  $\Delta y = 5,33 \cdot 10^{(-5)} \text{ м}$ .

6. Измерительные приборы:

№ п/п	Наименование	Тип прибора	Используемый диапазон	Погрешность прибора
1	Секундомер	Хронометр	-	0,005 с

7. Схема установки:



8. Результаты прямых измерений и их обработки:

	$U, B$	$t1, m$	$t2, m$
1	100	8,5	20,75
2	110	7,68	13,3
3	120	6,5	9,21
4	130	7,9	11,65
5	140	6,68	8,03
6	150	7,22	19,38
7	160	5,97	8,23
8	170	6,01	21,23
9	180	8,83	81,62
10	190	4,78	6,3
11	200	5,32	12,22
12	210	2,22	2,23
13	220	5,17	17,96
14	230	5,6	17,13
15	240	4,68	8,35
16	250	4,13	6,27
17	260	4,07	6,15
18	270	4,55	13,68
19	280	4,82	8,02
20	290	4,28	6,27
21	300	6,6	42,93
22	310	4,64	9,92
23	320	9,37	21,47

9. Расчет результатов косвенных измерений.

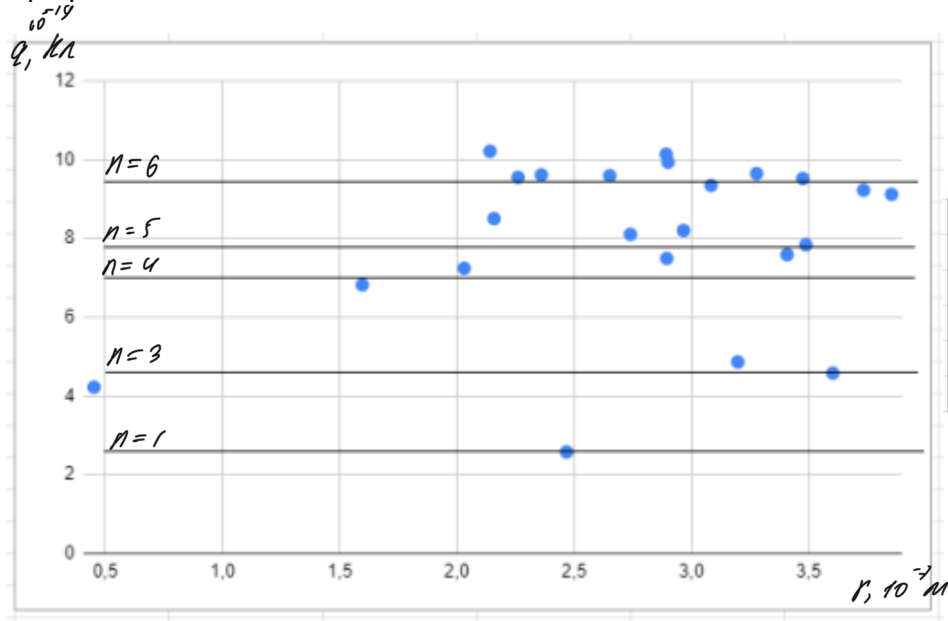
$v1, 10^{(-5)} m$	$v2, 10^{(-5)} m$	$r, 10^{(-7)} m$	$q$	$n$	$e$
2,508235294	1,02746988	2,652045514	9,597496663	6	1,599582777
2,776041667	1,603007519	2,360441108	9,61792221	6	1,602987035
3,28	2,314875136	2,141063728	10,21738361	6	1,702897269
2,698734177	1,830042918	2,031283626	7,242843704	4	1,810710926
3,191616766	2,655043587	1,596438977	6,823907086	4	1,705976771
2,952908587	1,100103199	2,966557322	8,204276808	5	1,640855362
3,57118928	2,590522479	2,158234241	8,507088032	5	1,701417606
3,547420965	1,004239284	3,475573965	9,524636365	6	1,587439394
2,414496036	0,2612104876	3,198075077	4,865814855	3	1,621938285
4,460251046	3,384126984	2,260835756	9,55377215	6	1,592295358
4,007518797	1,744680851	3,278419833	9,650936911	6	1,608489485
9,603603604	9,560538117	0,4522749387	4,224482887	3	1,408160962
4,123791103	1,187082405	3,734807968	9,22810455	6	1,538017425
3,807142857	1,244600117	3,488778528	7,843100203	5	1,568620041
4,555555556	2,553293413	3,083885962	9,349476804	6	1,558246134
5,162227603	3,400318979	2,892874096	10,14129518	6	1,690215863
5,238329238	3,466666667	2,900870537	9,940872943	6	1,656812157
4,685714286	1,558479532	3,854056561	9,122873385	6	1,520478897
4,423236515	2,658354115	2,895314385	7,494962546	5	1,498992509
4,981308411	3,400318979	2,740326594	8,106504542	5	1,621300908
3,23030303	0,4966224086	3,603393818	4,581863337	3	1,527287779
4,594827586	2,149193548	3,408266745	7,589125916	5	1,517825183
2,275346852	0,9930135072	2,467961098	2,579997104	1	2,579997104

#### 10. Расчет погрешностей для прямых и косвенных измерений.

- среднее значение элементарного заряда и его среднеквадратичное отклонение

$\langle e \rangle$	1,646110662
$\Delta e$	0,01998312394

#### 11. Графики



#### 12. Окончательные результаты

- Интервал радиуса каплей:  $r \in [0.45, 3.85], 10^{-7} м$
- Интервал значений зарядов:  $q \in [2.58; 10.22], 10^{-19} Кл$
- Сравнение оценочного значения элементарного заряда с табличным:

$1 - e / \langle e \rangle, \%$
2,67%

#### 13. Вывод

- В процессе выполнения лабораторной работы были получены скорости движения капель масла при различном напряжении и направлении электрического поля. Также получена оценка элементарного заряда, результат которой превышает табличное значение на 2.67%. Это обусловлено округлениями при расчетах промежуточных значений и чередой погрешностей при снятии показаний. Погрешность при снятии показаний получилось минимизировать увеличением количества измерений для каждой отдельной капли и делением конечного значения на количество таких измерений, что давало более точные результаты.