

**Задание 8.1. Иглоукалывание (из 20 баллов).** При медленном движении поршня шприца масса  $m$  капельки жидкости, отрывающейся от кончика иглы (при вертикальном положении шприца (см. рис.)), прямо пропорциональна внутреннему диаметру иглы  $d$  ( $m = kd$ ). Коэффициент пропорциональности  $k$  зависит от типа жидкости. (Для замедления скорости вытекания капле необходимо все измерения проводить со шприцом, в который вставлен поршень). Легкое нажатие на поршень позволяет реализовать контролируемый режим поштучного вытекания капле.



**Задание.** В вашем распоряжении имеется три иглы с внутренними диаметрами

Калибр	Внутренний диаметр, мм	Цвет канюли
G21	0,51	Зелёный
G22	0,41	Темно-серый
G23	0,34	Голубой

Различить иглы можно по цвету наконечника или их внешним диаметрам. Иглы на шприце можно менять.

1. Исследуйте зависимость массы  $m$  капли воды от диаметра иглы  $d$ . Опишите метод определения массы капли.
2. Постройте график полученной зависимости. Имейте в виду, что точка  $d = 0, m = 0$  тоже принадлежит вашему графику.
3. С помощью графика определите значение  $k$ .
4. Определите массу  $m_x$  капли, которая отрывалась бы от иглы с внутренним диаметром  $d_x = 0,20$  мм.

**Приборы и оборудование.** Шприц 5 мл; три иглы в защитных футлярах; стакан с водой (плотность воды  $\rho = 1,00 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>); 1 лист миллиметровой бумаги формата А4 (для построения графика); салфетки для поддержания чистоты на рабочем месте.

**Внимание! Будьте крайне осторожны при работе с иглами. Они острые и вы можете себя травмировать!**

**После окончания работы помещайте иглу в защитный футляр!**

**8.1. Возможное решение (из 20 баллов).** Наберем в шприц воды. Наденем на его наконечник одну из игл. Расположим иглу вертикально над стаканом. Начнем медленно нажимать на шток поршня, подсчитывая число капель, соответствующее освободившемуся объему шприца, например, 1 мл. По результатам этих измерений определим массу одной капли.

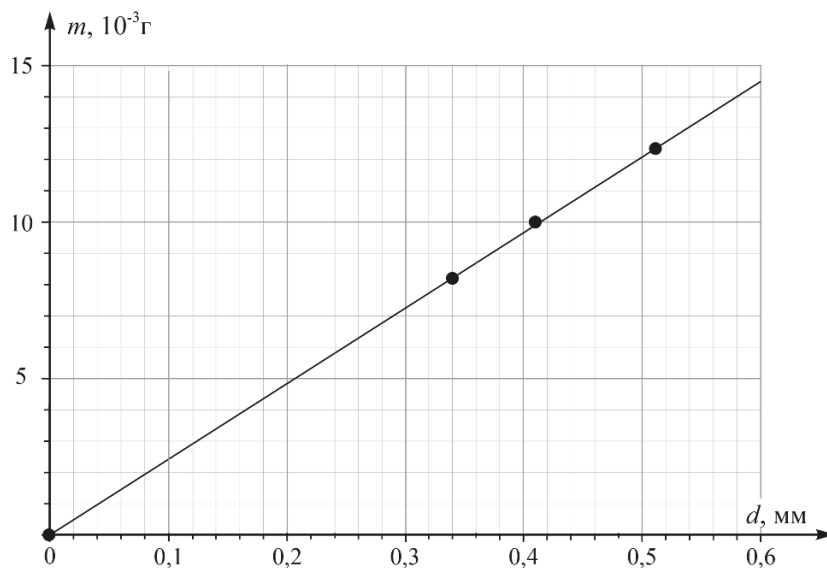
Измерения для каждой иглы следует провести многократно и результаты усреднить. Если в какой-то момент времени давление на поршень превысит необходимое, то вместо капель из иглы выльется струйка жидкости. В этом случае измерение придется начать сначала. Зная объем вытекшей воды и её плотность, найдём массу соответствующего числа капель, а по этим данным определим среднюю массу капли для иглы данного диаметра.

Результаты авторских измерений представлены в табл. 1.

1.

№	$d$ , мм	Число капель $n$	Масса $M$ капель, г	$m$ средняя, $10^{-2}$ г
1	0,00	0	0	0,00
2	0,34	122	1,00	0,82
3	0,41	100	1,00	1,00
4	0,51	82	1,00	1,22

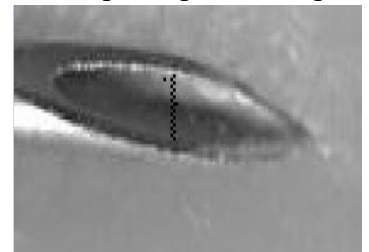
2. Строим график зависимость  $m(d)$ .



3. Из графика находим  $k = \frac{m}{d} = 2,4 \cdot 10^1 \frac{\Gamma}{\text{м}} = 2,4 \cdot 10^{-2} \frac{\text{кг}}{\text{м}}$ .

4. Для иглы с внутренним диаметром  $d_x = 0,20$  мм масса капли  $m_x = 4,8 \cdot 10^{-6}$  кг.

**Примечание.** Внутренний диаметр иглы может отличаться от тех размеров, которые должны соответствовать калибрам, указанным в таблице. Например, при непосредственном измерении внутреннего диаметра иглы методом сканирования с разрешением 1200 пикселей на дюйм и подсчёта пикселей (см. фото), мы получили, что калибру G23 соответствует внутренний диаметр иглы в 380 мкм (что больше 340 мкм, указанных в таблице). На фотографии чёрный квадратик соответствует 1 пикселю.



Олимпиада школьников по физике имени Дж. Кл. Максвелла.  
 Региональный этап. Экспериментальный тур. 24 января 2022 г.  
 8 класс

№	Э-8.1. Критерии оценивания (из 20 баллов)	Баллы
1	Идея определения массы капли через объем и плотность	2
2	Приведена таблица измерений. Объем $V$ вытекшей из шприца воды не менее 1,0 мл (если объем $V$ меньше 1,0 мл, но больше 0,5 мл, то ставим 3 балла; если объем менее 0,5 мл – то 1 балл.	6
3	Культура построения графика - подписаны оси и указаны единицы измерения 1 балл - равномерная и удобная шкала (1, 2, 5 мелких клеток между соседними оцифрованными штрихами) 1 балл - масштаб (график занимает более 60% поля листа) 1 балл - верно нанесено все точки 1 балл - проведена прямая линия 1 балл	5
4	Из графика найден коэффициент $k$ Попадание в диапазон $\pm 5\%$ 4 балла Попадание в диапазон $\pm 10\%$ 2 балла Попадание в диапазон $\pm 20\%$ 1 балл Указаны единицы измерения коэффициента $k$ 1 балл	5
5	Из графика найдена масса капли $m_x$	2