

Задание 7.1. 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 капль необходимо все измерения проводить со шприцом, в который вставлен поршень). Легкое нажатие на поршень позволяет реализовать контролируемый режим поштучного вытекания капль.



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/м³); 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!

7.1. 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.

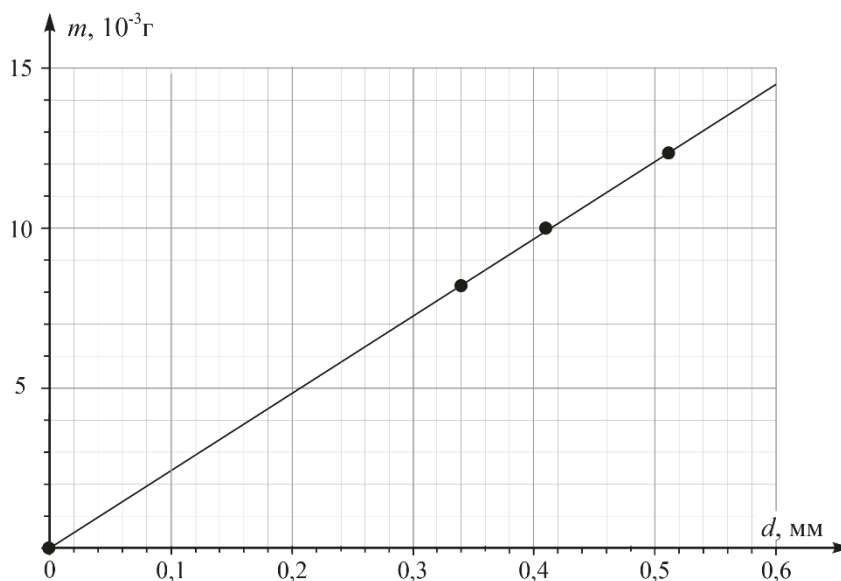
Измерения для каждой иглы следует провести многократно и результаты усреднить. Если в какой-то момент времени давление на поршень превысит необходимое, то вместо капель из иглы выльется струйка жидкости. В этом случае измерение придется начать сначала. Зная объем вытекшей воды и её плотность, найдём 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 зависимости $m(d)$.



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

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.

