



1<sup>??</sup> Понемногу набирайте неизвестную жидкость в шприц. Экспериментально получите зависимость массы шприца от объема набранной в шприц жидкости (или от полного объема содержимого под поршнем) (не менее 7 точек).

С помощью весов определим массу шприца с мини-фигурками  $m_{ш+ф} = 16,58$  г. Вычтем из полученного результата массу пустого шприца и найдем суммарную массу фигурок  $m_ф = 16,58$  г – 10,98 г = 5,60 г.

#### Способ 1.

После этого начинаем набирать в шприц жидкость порциями по 1 мл (отслеживаем объем по изменению положения поршня). После каждого набора производим взвешивание. В крайнем (максимально сжатом) положении, поршень можно установить на делении  $V_{нач} = 12$  мл.

Результаты измерений заносим в таблицу. Используемые обозначения:  $M$  — масса шприца с фигурками и жидкостью,  $V_0$  — объем, соответствующий текущему положению поршня на основании показаний шкалы шприца,  $V$  — объем залитой жидкости.

$M$ , г	$V$ , мл	$V_0$ , мл
16,58	0	12
19,23	1	13
20,30	2	14
21,34	3	15
22,41	4	16
23,50	5	17
24,60	6	18
25,64	7	19
26,79	8	20

#### Способ 2.

Наберём жидкость в шприц так, чтобы в крайнем (сжатом) положении поршня мини-фигурки были бы полностью погружены в жидкость, пространство между утками при этом заполнено жидкостью.

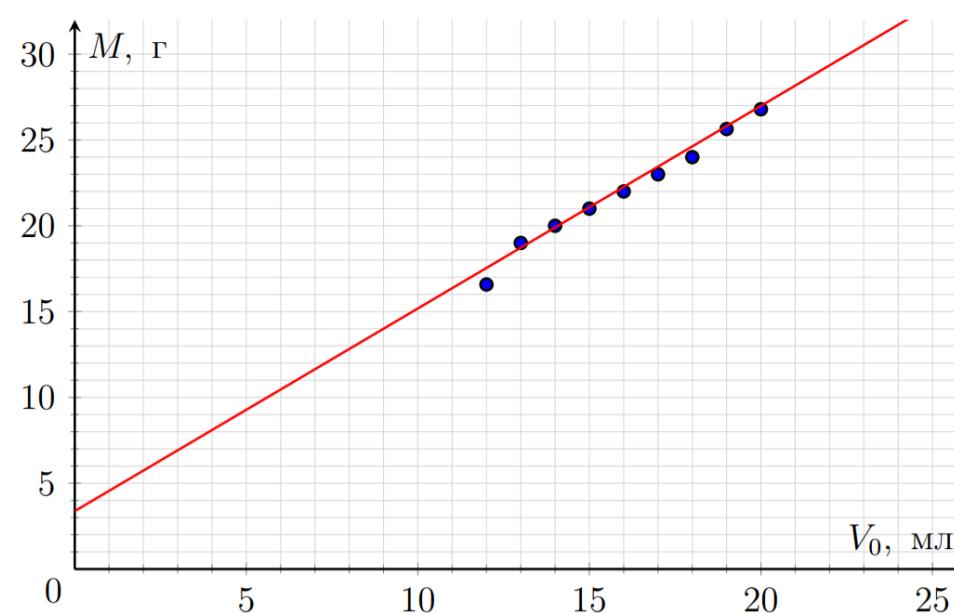
После этого набираем в шприц жидкость порциями по 1 мл (отслеживаем объем по изменению положения поршня). После каждого набора производим взвешивание.

Результаты измерений заносим в таблицу. Используемые обозначения:  $M$  — масса шприца с фигурками и жидкостью,  $V_0$  — объем, соответствующий текущему положению поршня на основании показаний шкалы шприца,  $V$  — объем залитой жидкости.

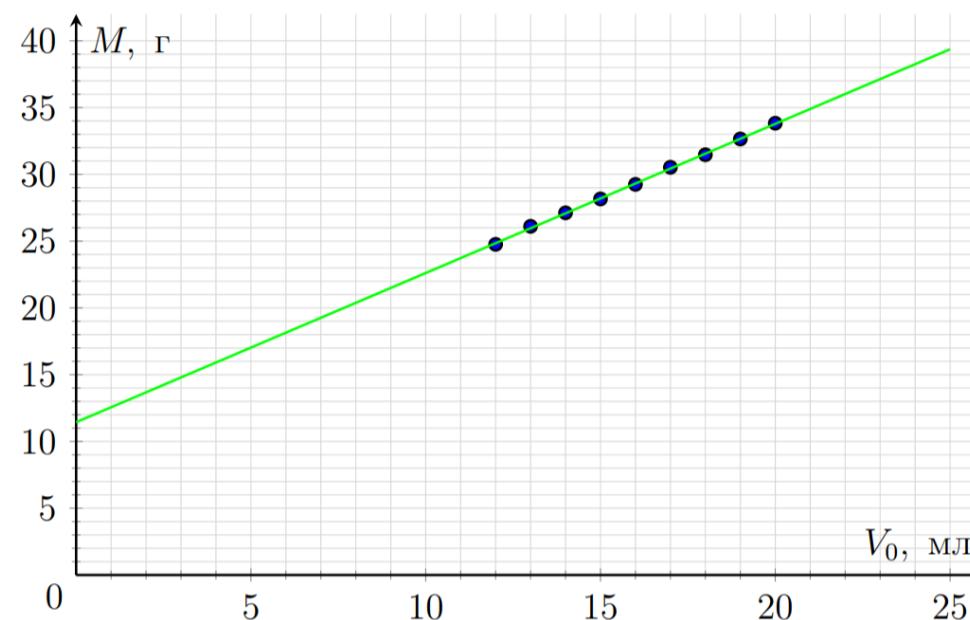
$M$ , г	$V$ , мл	$V_0$ , мл
24,76	0	12
26,11	1	13
27,12	2	14
28,16	3	15
29,25	4	16
30,53	5	17
31,47	6	18
32,65	7	19
33,83	8	20

2<sup>??</sup> Постройте график полученной зависимости.

Способ 1. Построим график зависимости массы  $M$  от объема  $V_0$ .



Способ 2. Построим график зависимости массы  $M$  от объёма  $V_0$ .



3?? При помощи построенного графика определите плотность неизвестной жидкости.

#### Способ 1.

Показания весов равны:  $M = m_\phi + m_{ж} + m_{ш} = (m_\phi + m_{ш}) + \rho_{ж}V$ .

С учетом  $V_0 = V_{\text{нач}} + V$  получаем  $M = (m_\phi + m_{ш}) + \rho_{ж}(V_0 - V_{\text{нач}})$ .

Угловой коэффициент наклона прямой есть плотность неизвестной жидкости  $\rho_{ж}$ . По графику определяем плотность раствора  $\rho = 1,133 \text{ г}/\text{см}^3$ . Точка пересечения прямой с вертикальной осью соответствует  $m_\phi + m_{ш} - \rho_{ж}V_0 = 4,12 \text{ г}$  (что совпадает со значением на графике).

#### Способ 2.

Показания весов для данного способа равны:  $M = m_\phi + m_{ж} + m_{ш} + m_0 = (m_\phi + m_{ш}) + \rho_{ж}V + m_0$ , где  $m_0$  — масса жидкости, набранной в шприц до начала измерений.

Тогда  $M = (m_\phi + m_{ш} + m_0) + \rho_{ж}(V_0 - V_{\text{нач}})$ .

По угловому коэффициенту графика, построенного для данного способа, определим плотность жидкости  $\rho = 1,145 \text{ г}/\text{см}^3$ .

При этом реальная плотность жидкости равна  $\rho_{\text{ист}} = 1,13 \text{ г}/\text{см}^3$ .

4?? Определите плотность материала, из которого изготовлены мини-фигурки.

Изначально поршень был в положении 12 мл. Это суммарный объём фигурок и воздуха. Мы сдвинули поршень до 20 мл, набрав при этом в шприц 8 мл жидкости. При этом полный объем жидкости и фигурок в шприце 12,5 мл. Это легко определяется, если перевернуть шприц носиком вверх и аккуратно вдвигать поршень, поджимая жидкость.

Объём фигурок тогда  $V_\phi = 4,5 \text{ мл}$ . А плотность материала, из которого они изготовлены

$$\rho_\phi = \frac{m_\phi}{V_\phi} = 1,24 \text{ г}/\text{см}^3.$$

Ответ может немного отличаться, из-за пузырьков воздуха, которые прилипают к фигуркам. Также на точность ответа негативно влияет высокая погрешность шприца (его цена деления — 1 мл).