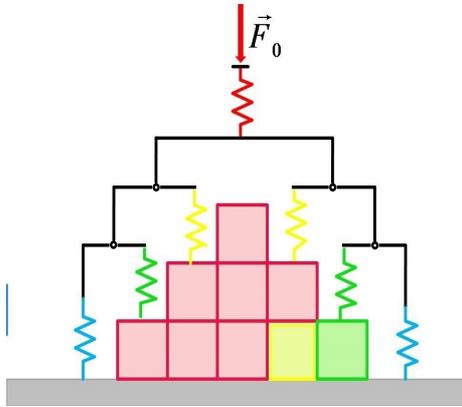


7 класс, заключительный тур (тур3)

7 класс тур3. 1. Задача: Пружины на ступеньках (25 баллов)



Из 9 одинаковых кубиков со стороной $a=9$ см сложили пирамидку на твёрдой подставке. Плотность материала кубиков $\rho=2$ г/см³. Сверху на кубики и на подставку опираются невесомые пружины, скреплённые невесомыми стержнями со свободно вращающимися шарнирами в точках крепления. Плечи у рычагов, к которым крепятся пружины, одинаковы. Жёсткость самой верхней (красной) пружины $k=357$ Н/м. Сверху к конструкции приложили силу $F_0=157$ Н. Величина деформации у каждой из пружин оказалась одинаковой. Определите:

- 1) Силу F , действующую на подставку со стороны нижней (голубой) пружины.
 - 2) Эквивалентную жёсткость K_0 конструкции.
 - 3) Давление P_1 , которое зелёный кубик оказывает на стол.
 - 4) Жёсткость K_2 жёлтой пружины.
 - 5) Давление P_2 , которое жёлтый кубик оказывает на стол.
- Ускорение свободного падения примите равным 9.8 м/с². Ответы вводите с точностью не хуже 0.1%.

Введите ответ:

$F =$ Н, (19.625 ± 0.02)
 $K_0 =$ Н/м, (178.5 ± 0.1785)
 $P_1 =$ Па, (4186.84 ± 4.19)
 $K_2 =$ Н/м, (89.25 ± 0.089)
 $P_2 =$ Па, (8373.68 ± 8.37)

7 класс тур3. 2. Модель: Скорости течения жидкостей (25 баллов)

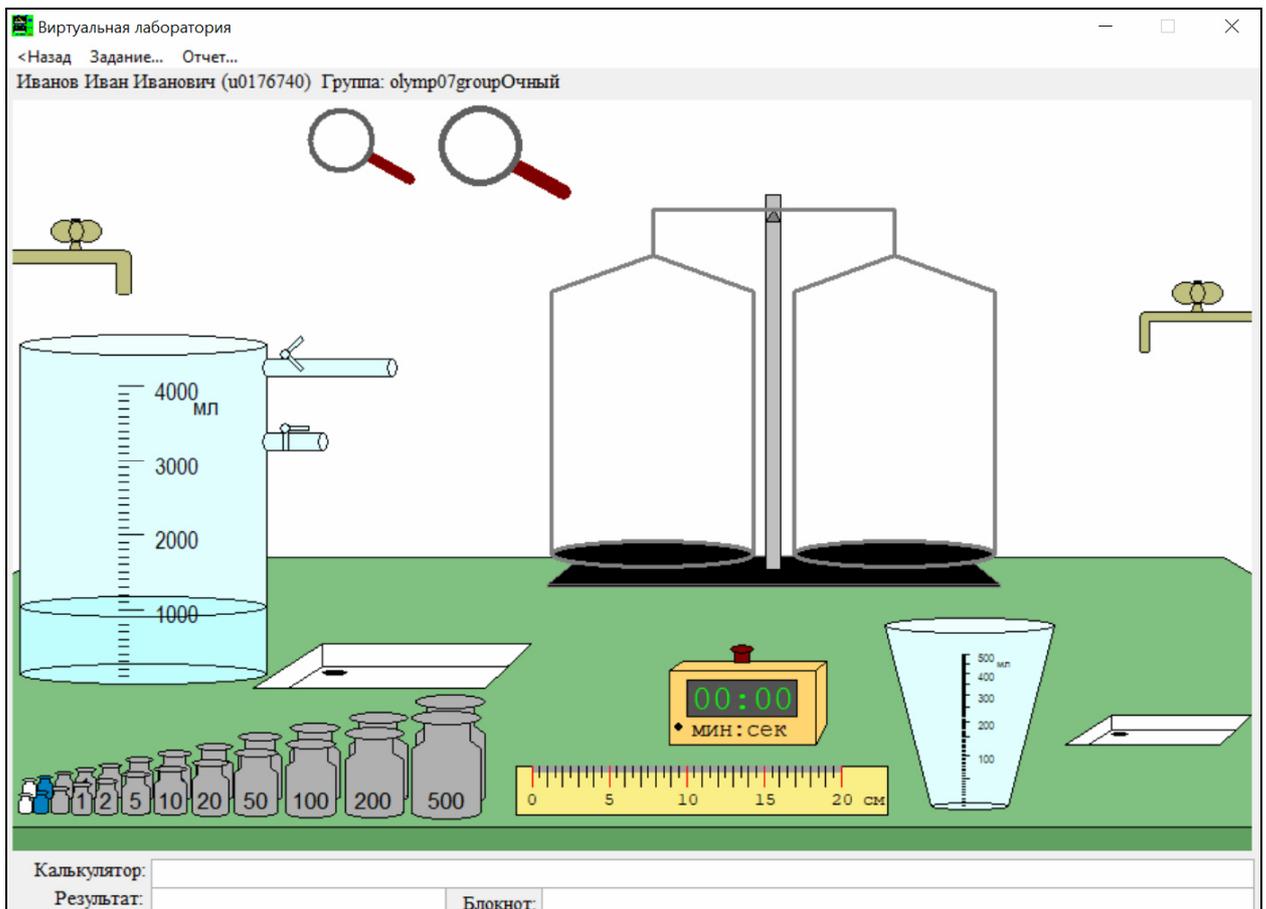
В отливном стакане находится вода плотностью 1 г/см³. Если щелкнуть по левому крану, из него начинает течь вода. Если щелкнуть по правому крану, из него начинает течь неизвестная жидкость. Толщиной стенок кранов можно пренебречь, диаметр струи жидкости считать равным диаметром трубки крана. Определите с точностью до десятых:

- Скорость u_1 вытекания объема жидкости (мл/с) из левого крана.
- Скорость u_2 вытекания объема жидкости (мл/с) из правого крана.
- Скорость w_2 вытекания массы жидкости (г/с) из правого крана.
- Скорость v_1 вытекания жидкости (см/с) из левого крана.
- Скорость v_2 вытекания жидкости (см/с) из правого крана.

Занесите результаты в отчёт и отошлите его на сервер.

Кран включается и выключается по щелчку мыши. Ускорение свободного падения $g=9.8$ м/с². Масса подписанных гирь указана в граммах.

Задание возможно переделывать, но за повторные попытки начисляется до 5 штрафных баллов.



Скорость u_1	<input type="text"/> мл/с	47.04 ± 1.2
Скорость u_2	<input type="text"/> мл/с	10.8 ± 0.2
Скорость w_2	<input type="text"/> г/с	14.05 ± 0.25
Скорость v_1	<input type="text"/> см/с	93.6 ± 2
Скорость v_2	<input type="text"/> см/с	55 ± 1

7 класс тур3. 3. Модель: Плотность кубика и неизвестной жидкости (25 баллов)

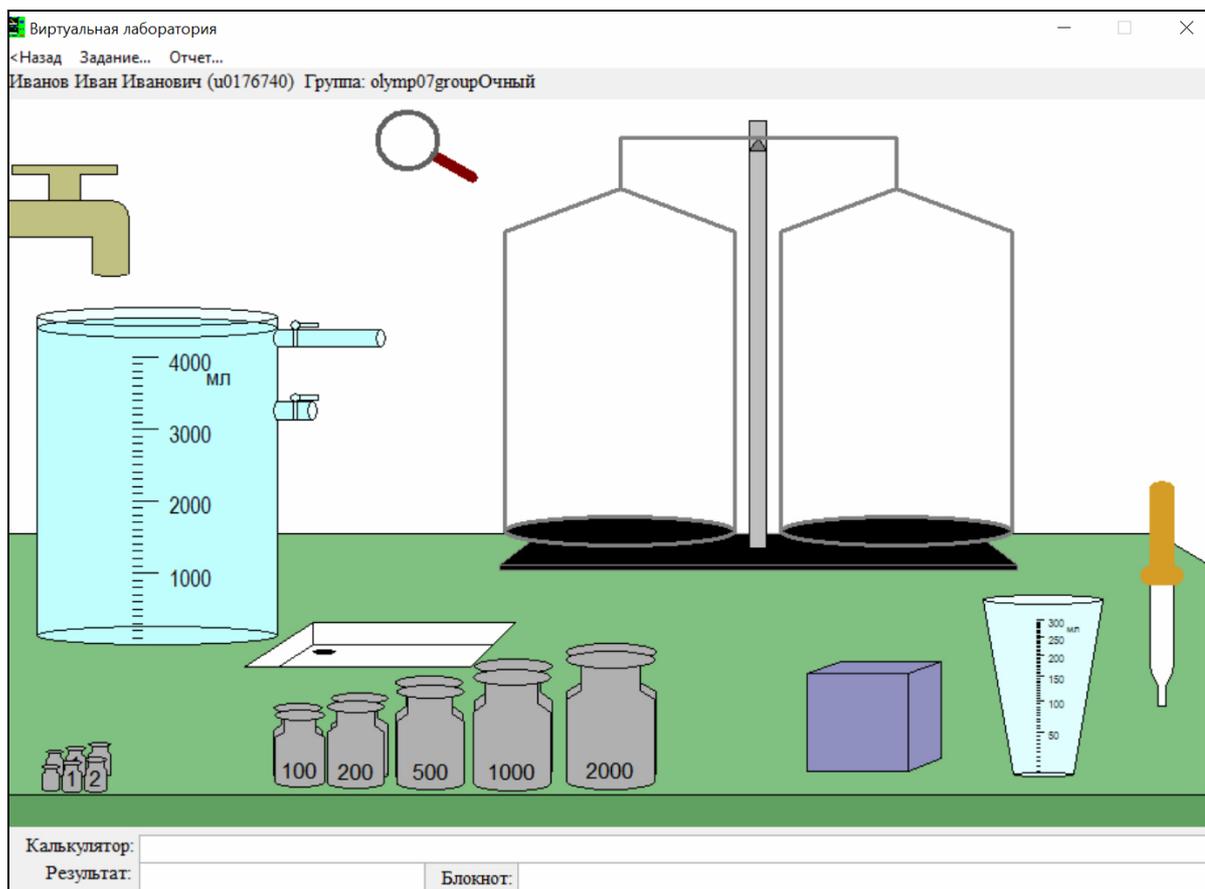
В отливном стакане находится вода плотностью 1 г/см^3 . Если щелкнуть по крану, из него начинает течь неизвестная жидкость. Определите:

- Массу мерного стакана - с точностью до сотых.
- Объём воды в отливном стакане - с точностью до целых.
- Объём кубика - с точностью до целых.
- Плотность кубика - с точностью до сотых.
- Плотность неизвестной жидкости, текущей из крана - с точностью до сотых.

Занесите результаты в отчёт и отошлите его на сервер.

Кран включается и выключается по щелчку мыши. Ускорение свободного падения $g=9.8 \text{ м/с}^2$. Масса подписанных гирь указана в граммах. Считайте, что жидкость из крана, попадая в отливной стакан, практически мгновенно равномерно перемешивается с жидкостью в стакане.

Задание возможно переделывать, но за повторные попытки начисляется до 5 штрафных баллов.



Масса стакана	1 г	43.5 ± 0.01
Объём воды	1 см ³	4265 ± 2
Объём кубика	1 см ³	195 ± 1
Плотность кубика	1 г/см ³	7 ± 0.05
Плотность жидкости, текущей из крана	1 г/см ³	1.3005 ± 0.015

7 класс тур3. 4. Модель: Шкала градусника (20 баллов)

Имеется набор оборудования и два стакана с жидкостями. В стакане №1 находится вода (голубого цвета), ее удельная теплоемкость равна $4200 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$, а плотность $1 \text{ г}/\text{см}^3$. В стакане №2 находится неизвестная жидкость (желтого цвета). На градусник не нанесена шкала, имеются только нижняя и верхняя риски. Начало шкалы градусника (нижняя риска) соответствует 0 C° Вода кипит при 100 C° . Определите:

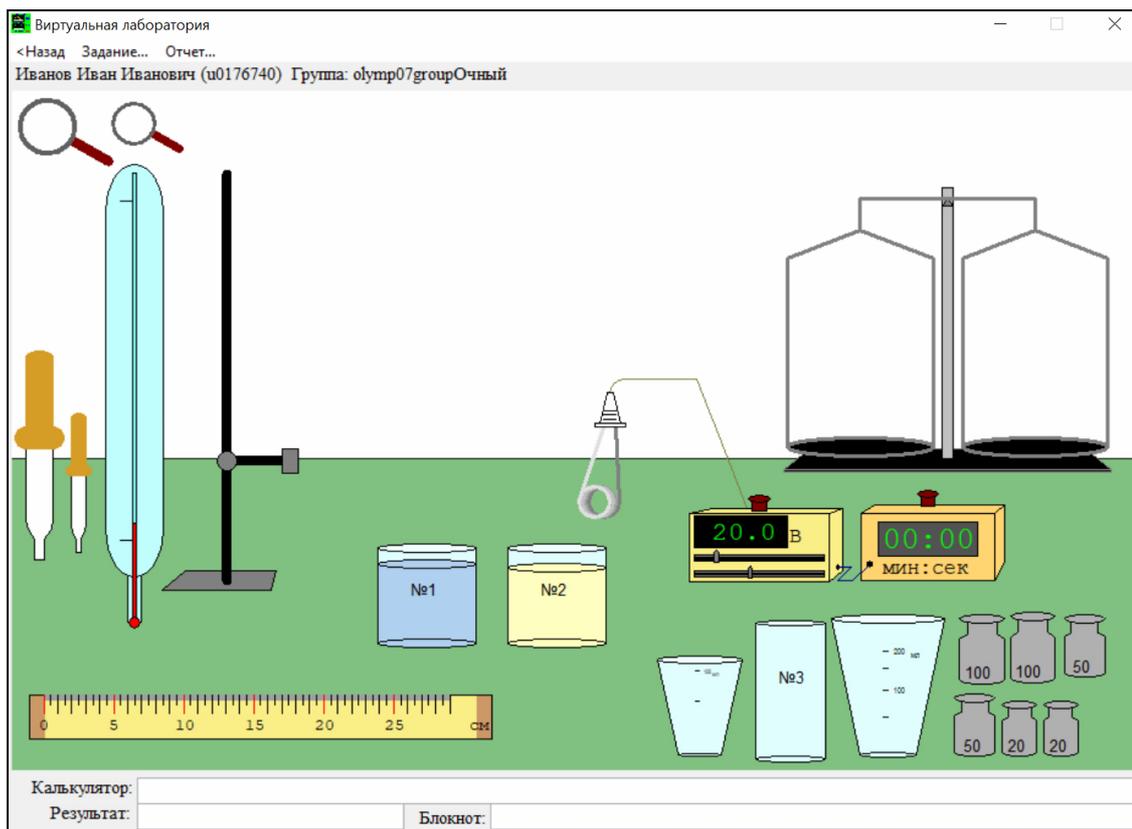
- Объём V_2 неизвестной жидкости - с точностью до десятых.
- Массу m_2 неизвестной жидкости - с точностью до десятых.
- Начальную температуру t_0 неизвестной жидкости - с точностью до десятых.
- Температуру t кипения неизвестной жидкости - с точностью до десятых.

Занесите результаты в отчёт и отошлите его на сервер.

Теплоемкостью стаканов и нагревателя и потерями тепла, а также теплообменом жидкостей и льда с воздухом и столом можно пренебречь. Напряжение, подаваемое на кипятильник, можно менять.

Если вы хотите вернуться к первоначальному состоянию системы, можно выйти из модели и заново в неё войти. При этом параметры системы не меняются (они меняются только при повторном залогинивании), все отосланные на сервер результаты сохраняются,

а лишние штрафные баллы не начисляются. Но при отсылке результатов на сервер необходимо будет заново заполнять все значения результатов.



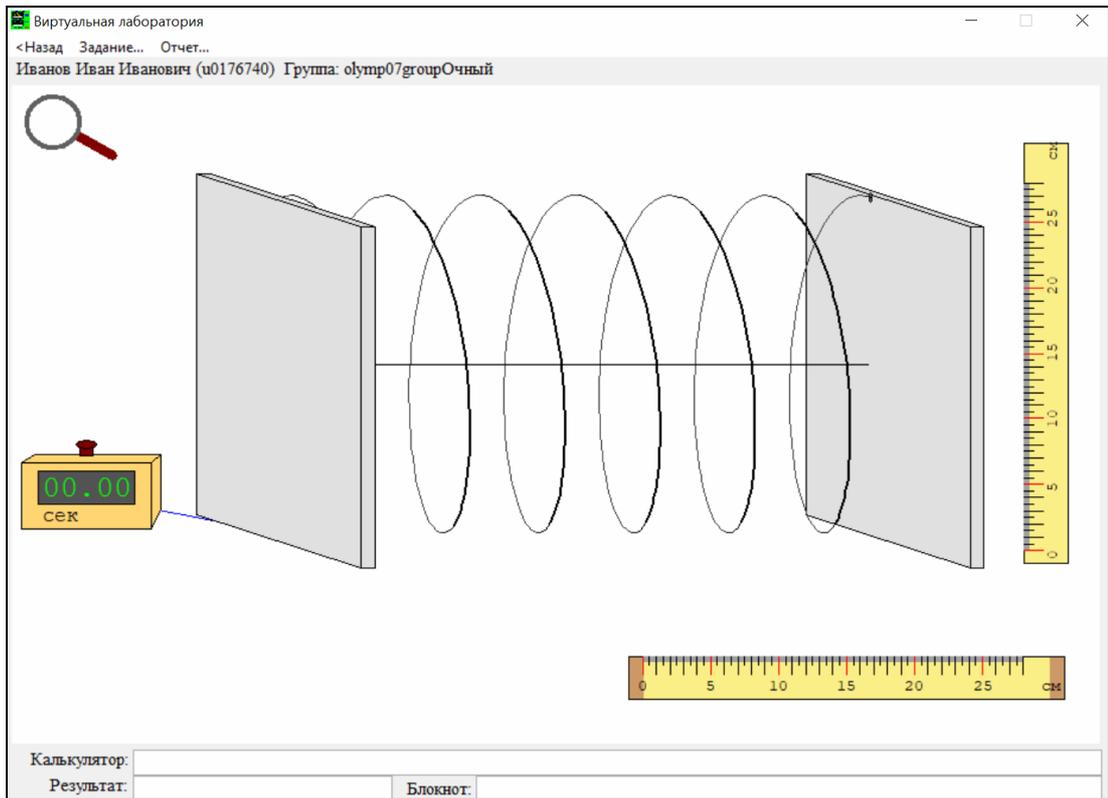
Объем V2	<input type="text"/> мл	215.005 ± 0.35
Масса m2	<input type="text"/> г	292.38 ± 0.6
Температура t0	<input type="text"/> °C	11.5 ± 0.1
Температура t	<input type="text"/> °C	70 ± 0.2

7 класс тур3. 5. Модель: Модель: Скорость движения бусинки (15 баллов)

Имеется две линейки, таймер и пружина, по виткам которой без трения скользит бусинка, выстреливаемая из левой или правой стенки при нажатии на кнопку таймера. Ось Ox направлена горизонтально слева направо перпендикулярно стенкам. Как в левую, так и в правую стенку бусинка погружается наполовину. Определите:

- Проекцию V_{1x} скорости бусинки на ось Ox при движении бусинки слева направо - с точностью до сотых.
- Проекцию V_{2x} скорости бусинки на ось Ox при движении бусинки справа налево - с точностью до сотых.
- Время t_1 прохождения бусинкой одного витка проволоки, по которой она движется слева направо - с точностью до сотых.

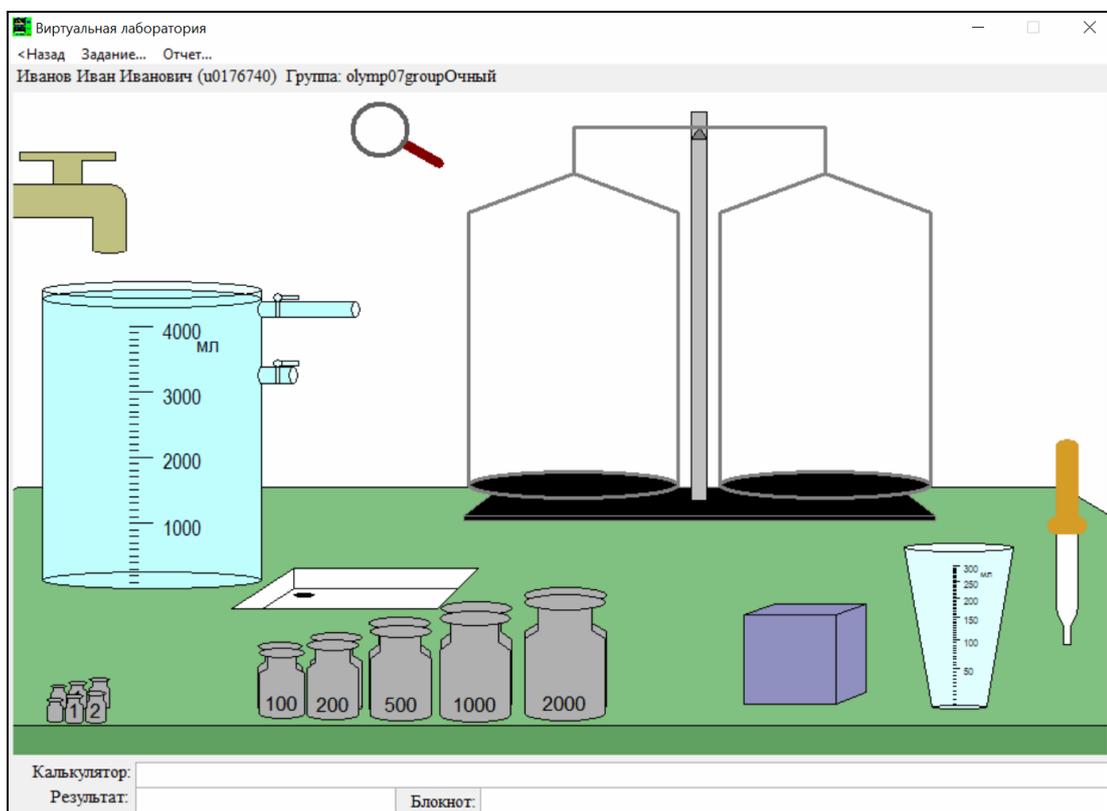
Занесите результаты в отчёт и отошлите его на сервер.



Проекция скорости V_{1x}	<input type="text"/> см/с	2.08 ± 0.01
Проекция скорости V_{2x}	<input type="text"/> см/с	-4.32 ± 0.01
Время прохождения витка t_1	<input type="text"/> с	3.365 ± 0.01

Разбор наиболее показательных заданий заключительного тура Интернет-олимпиады школьников по физике 2022/2023 учебного года

7 класс. Модель: Плотность кубика и неизвестной жидкости (25 баллов)



В отливном стакане находится вода плотностью 1 г/см^3 . Если щелкнуть по крану, из него начинает течь неизвестная жидкость. Определите:

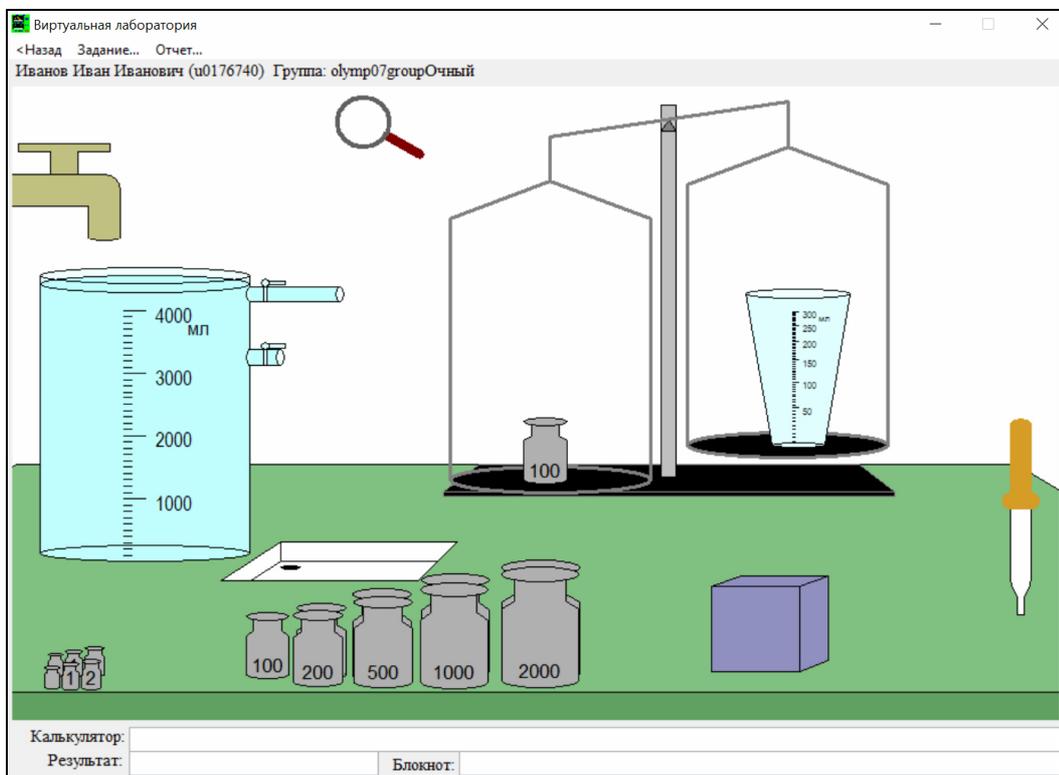
- Массу мерного стакана - с точностью до сотых.
- Объём воды в отливном стакане - с точностью до целых.
- Объём кубика - с точностью до целых.
- Плотность кубика - с точностью до сотых.
- Плотность неизвестной жидкости, текущей из крана - с точностью до сотых.

Занесите результаты в отчёт и отошлите его на сервер.

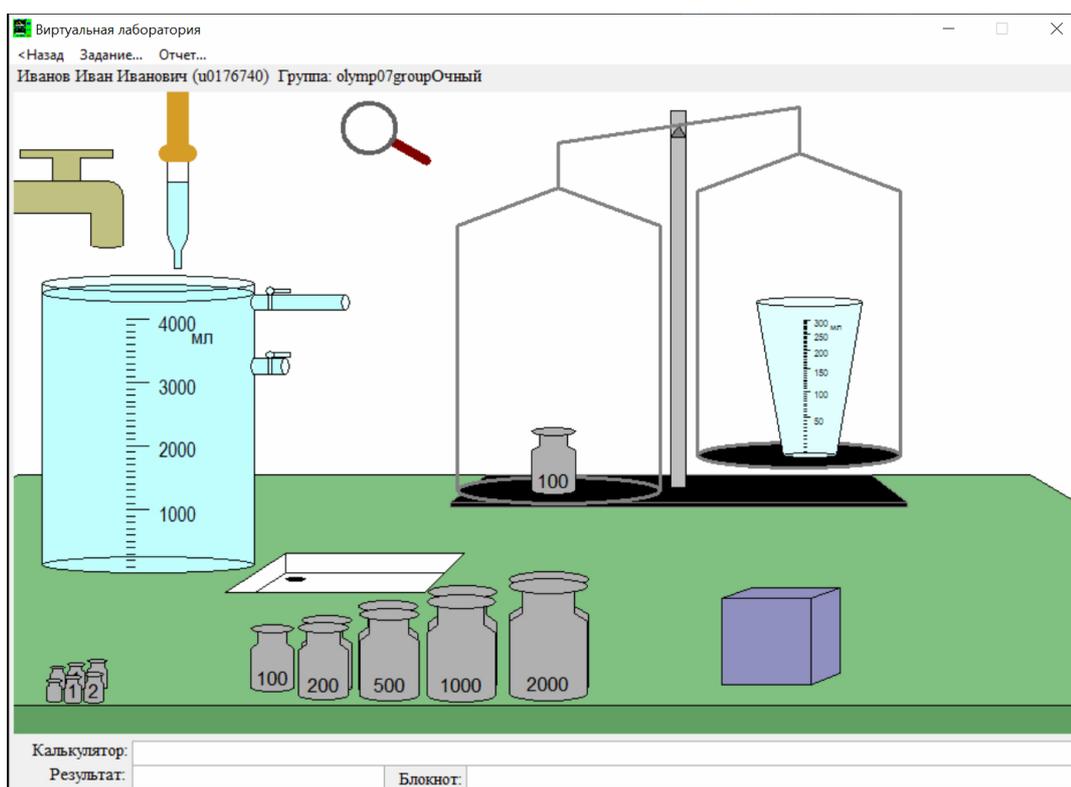
Кран включается и выключается по щелчку мыши. Ускорение свободного падения $g=9.8 \text{ м/с}^2$. Масса подписанных гирь указана в граммах. Считайте, что жидкость из крана, попадая в отливной стакан, практически мгновенно равномерно перемешивается с жидкостью в стакане.

Решение.

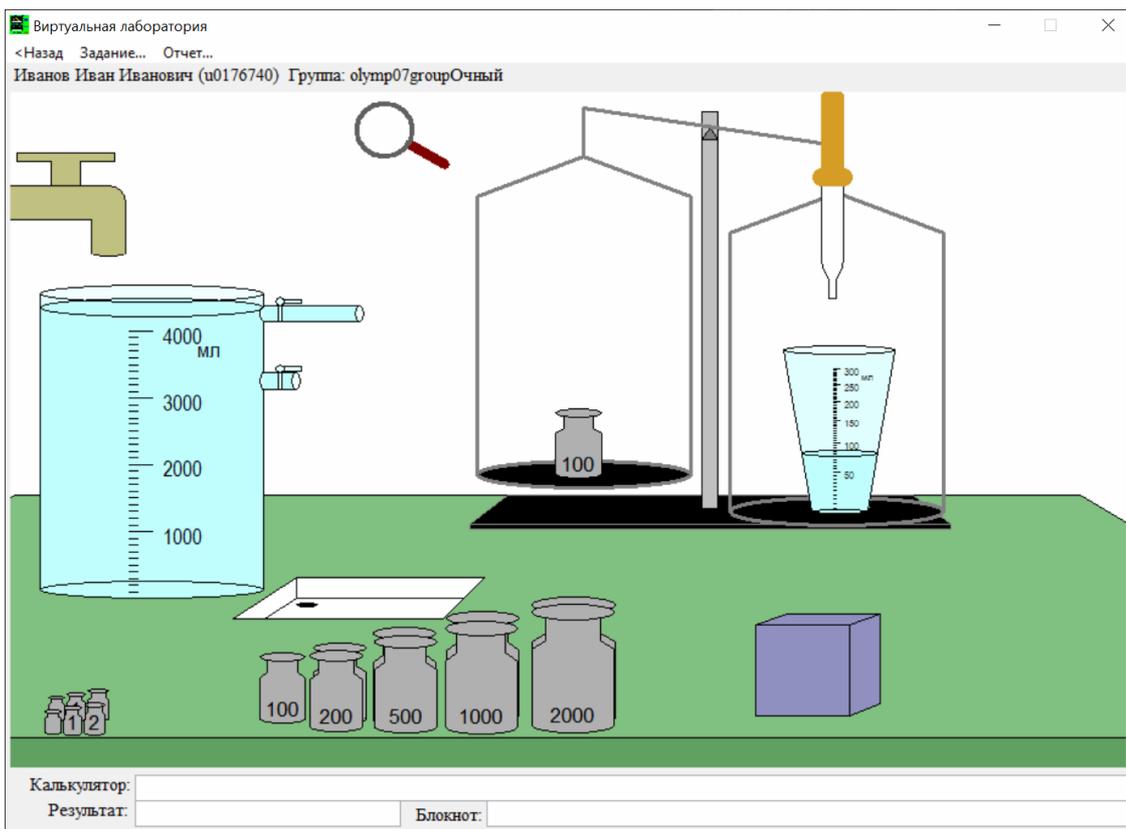
1. Для нахождения массы мерного стакана сначала сравниваем его массу и массы имеющихся гирь. Маленьких гирь не хватает чтобы уравновесить стакан, а гиря 100 грамм его перевешивает.



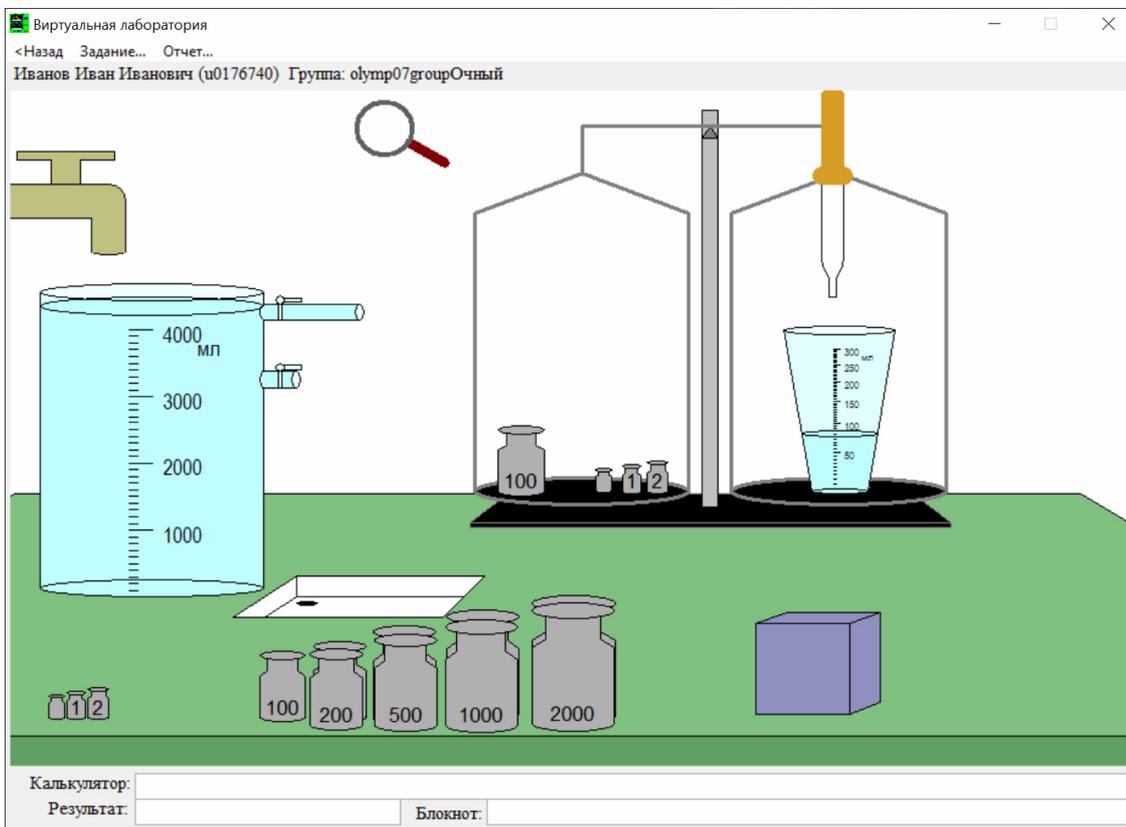
Набираем в пипетку воду из отливного стакана.



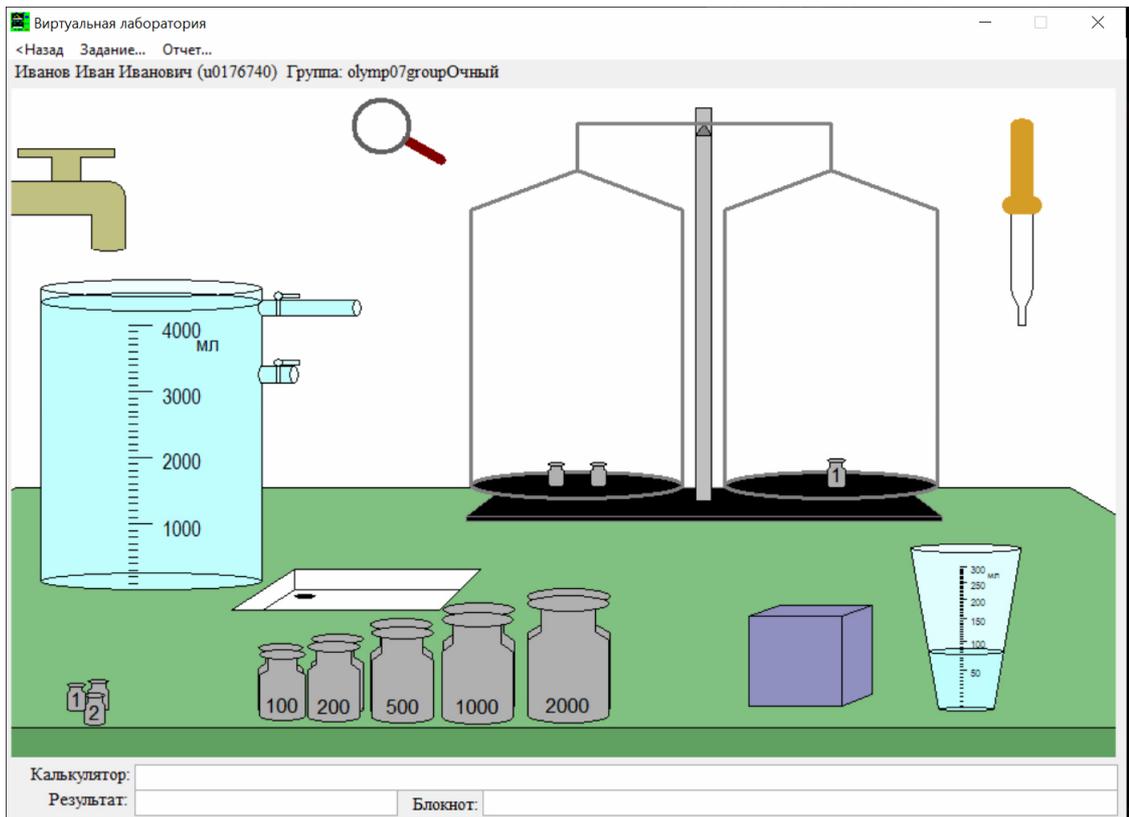
Капаем из пипетки в стакан, находящийся на весах. При этом 14 капель оказывается недостаточно, чтобы уравновесить гирю, а 15 капель перевешивают её.



Уравновесим весы с помощью маленьких гирек.



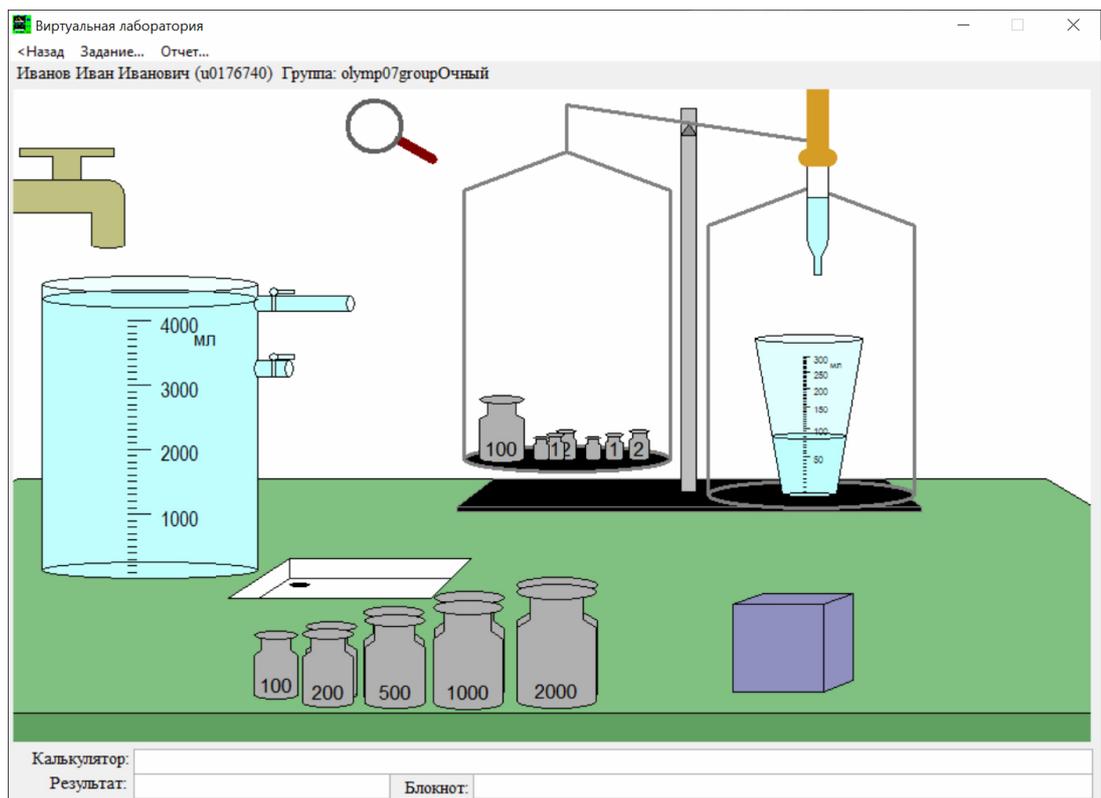
Найдём массу самой маленькой неподписанной гирьки.



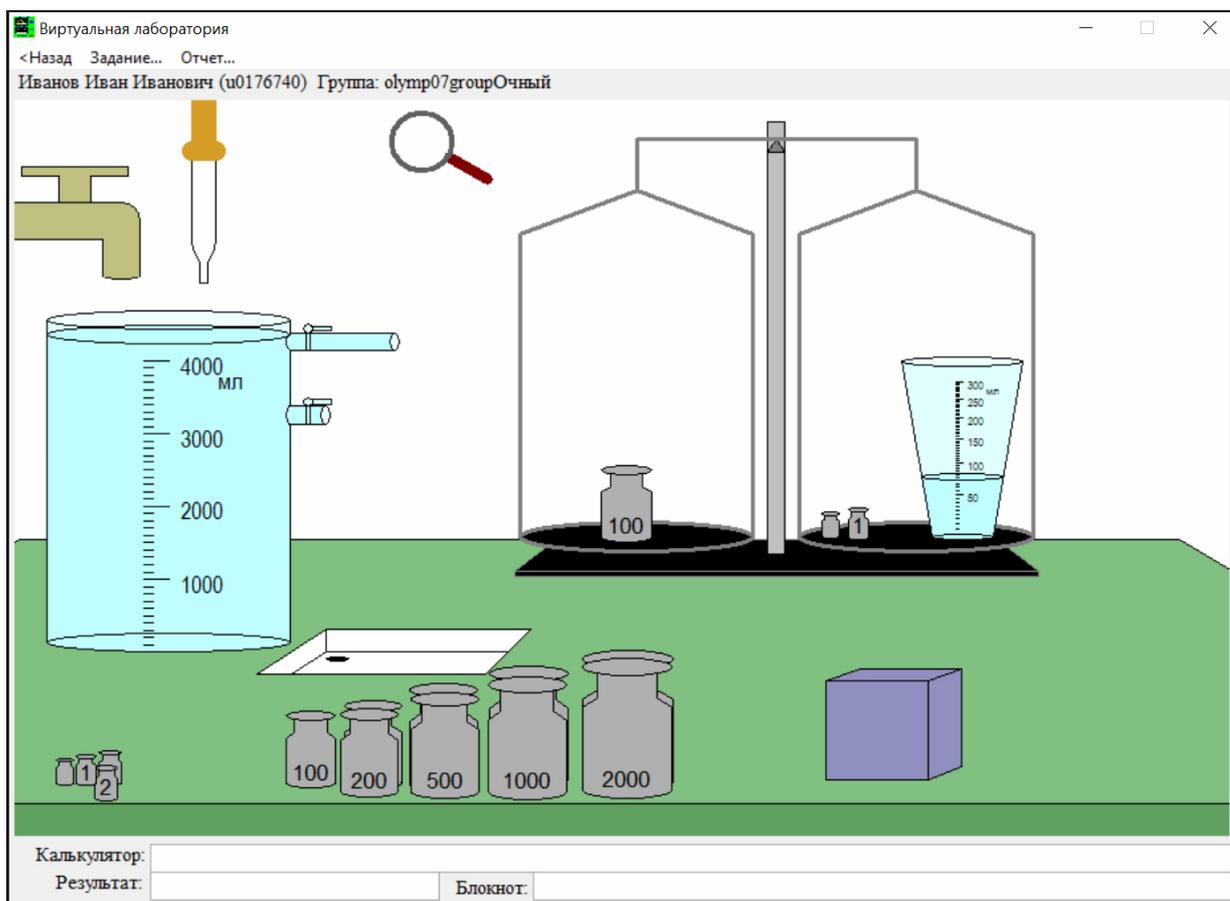
Две таких гирьки имеют массу 1 г, то есть масса неподписанной гирьки равна 0.5 г. Обозначим массу мерного стакана как $M_{ст}$, а массу капли из пипетки как m . Тогда

$$M_{ст} + 15m = 100 + 2 + 1 + 0.5 \text{ г} = 103.5 \text{ г}. \quad (1)$$

Теперь нам надо узнать объём или массу одной капли пипетки. Если мы наберём в пипетку ещё воды и капнем одну каплю в стакан, его не удастся уравновесить.



Но если вернуться к ситуации с 14 каплями в стакане и оставить на левой чашке весов только гирю 100 г, весы удаётся уравновесить.



Это означает, что

$$100 \text{ г} = 1.5 \text{ г} + M_{\text{ст}} + 14m. \quad (2)$$

Перепишем уравнения (1) и (2):

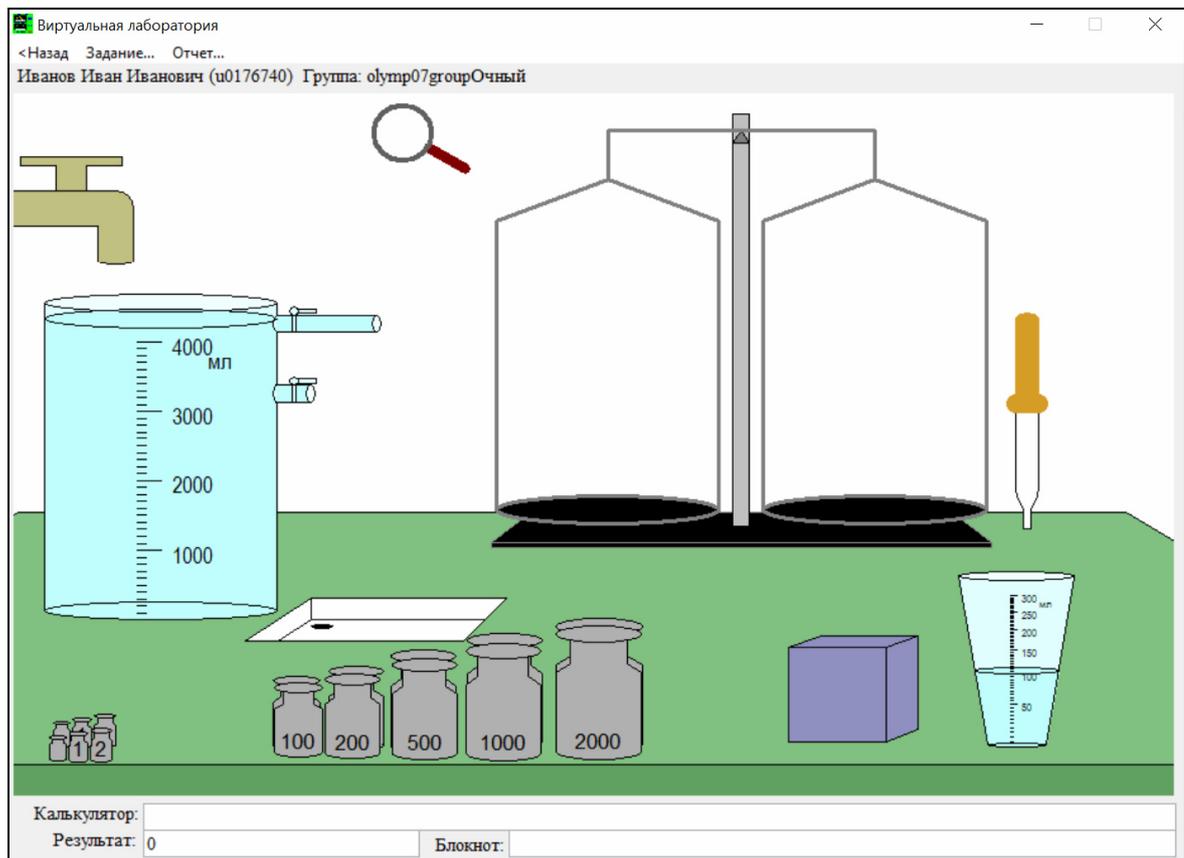
$$M_{\text{ст}} + 15m = 103.5 \text{ г}, \quad (3)$$

$$M_{\text{ст}} + 14m = 98.5 \text{ г}. \quad (4)$$

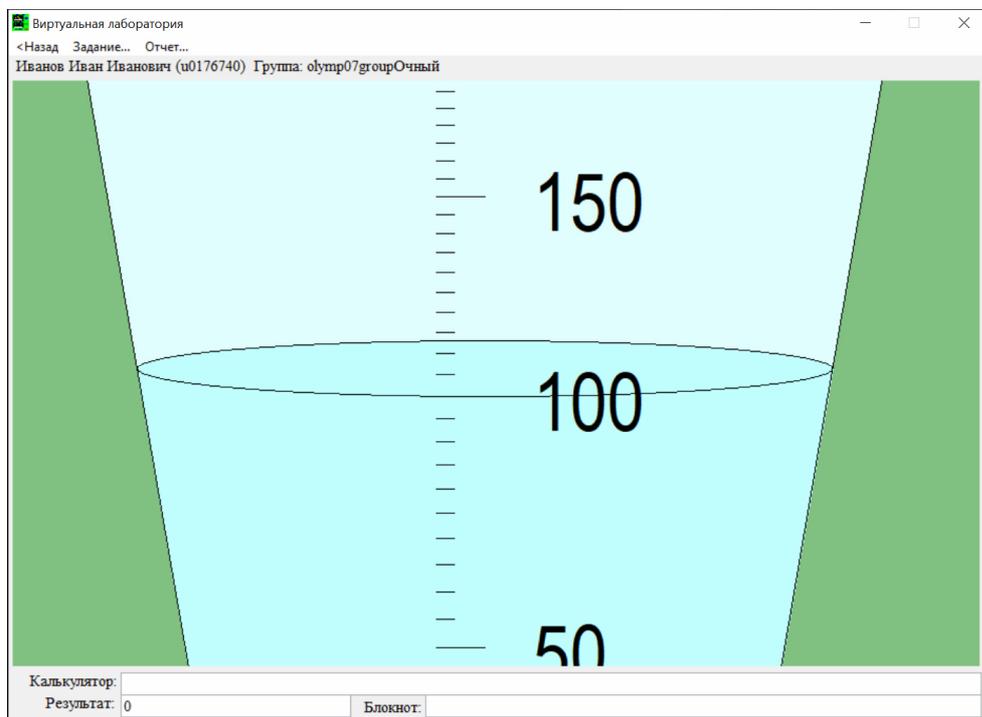
Вычитая из уравнения (3) уравнение (4), получим

$$m = 5 \text{ г}.$$

Тот же результат можно получить и другим путём. Измерим объём такого количества капель, которое даёт равное число рисок мерного стакана. Для уменьшения погрешности измерений лучше брать достаточно большое число капель.



Используем увеличительное стекло. Получаем, что 20 капель имеют объём 100 мл.



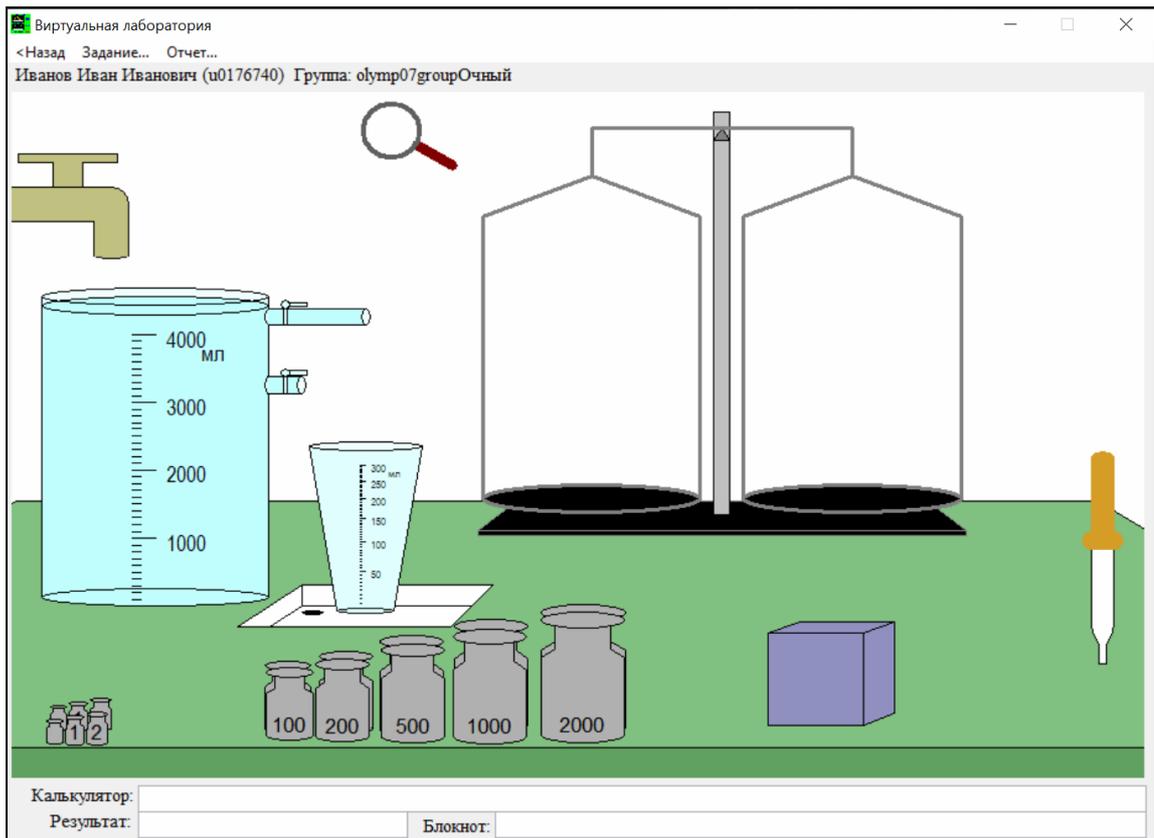
Следовательно, объём одной капли $V_0=5$ мл. По условию плотность воды $\rho=1$ г/см³, поэтому масса одной капли

$$m = \rho V_0 = 5 \text{ г.} \quad (5)$$

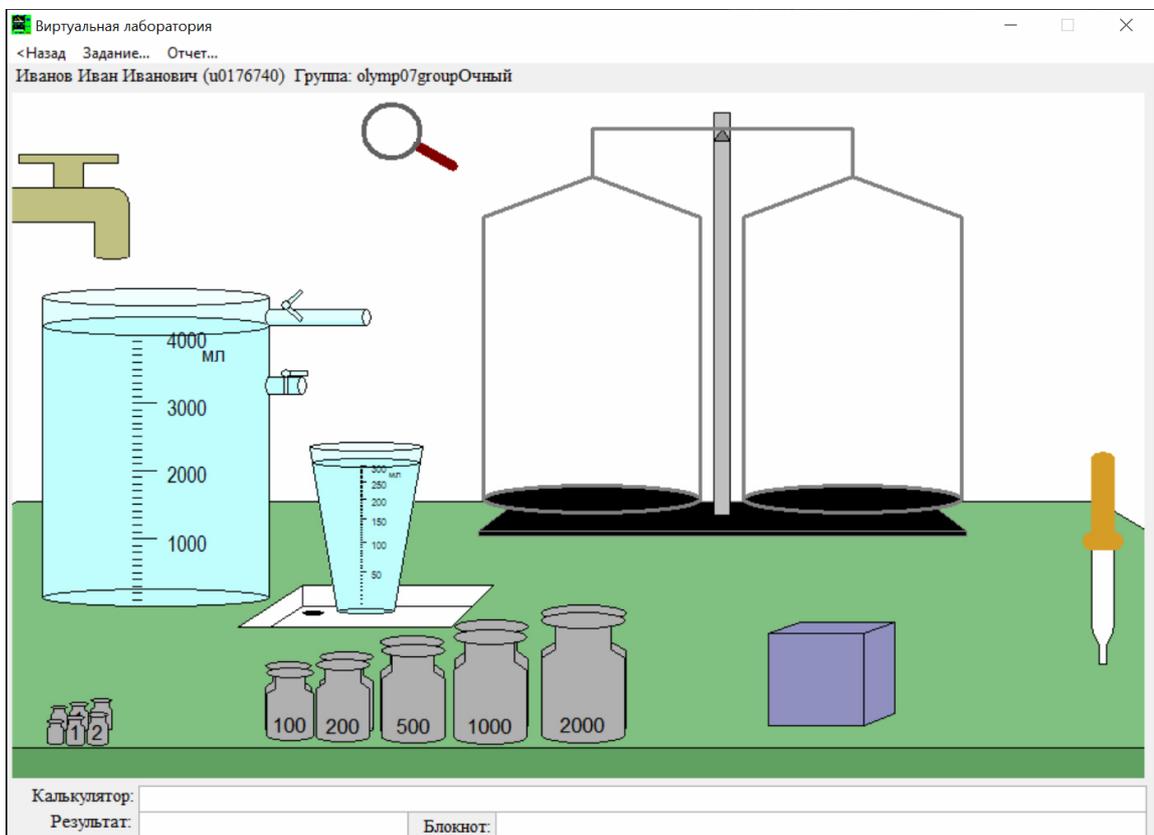
Из уравнений (3) и (5) находим массу стакана

$$M_{\text{ст}} = 103.5 \text{ г} - 15m = 28.5 \text{ г.}$$

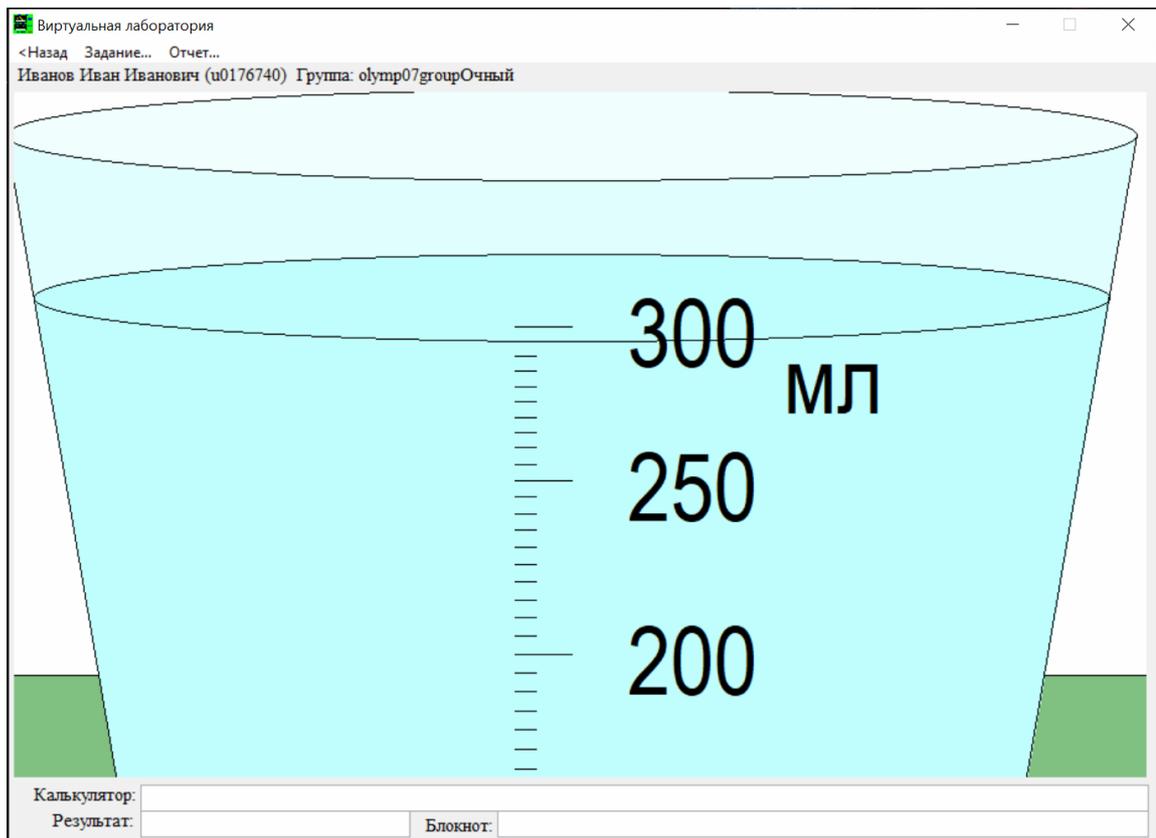
2. Найдём объём воды в отливном стакане. Ставим пустой мерный стакан в раковину



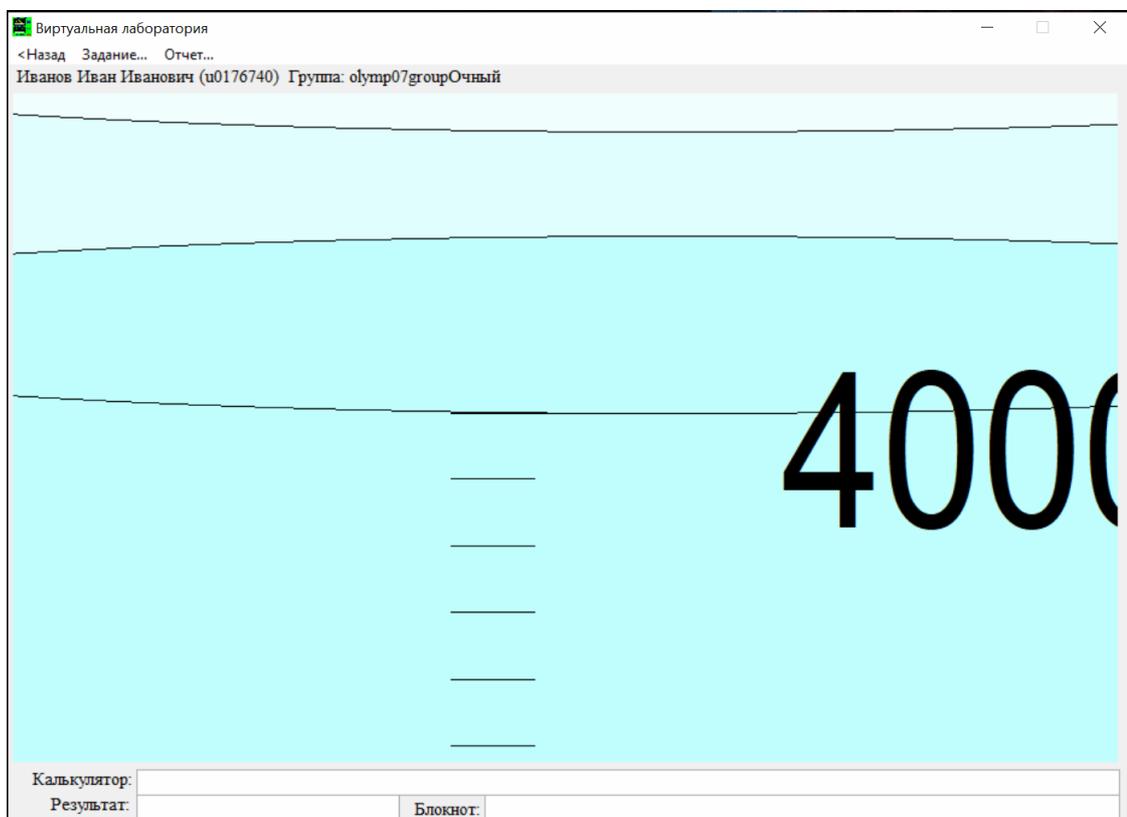
и открываем верхний кран на отливном стакане



Используем увеличительное стекло.

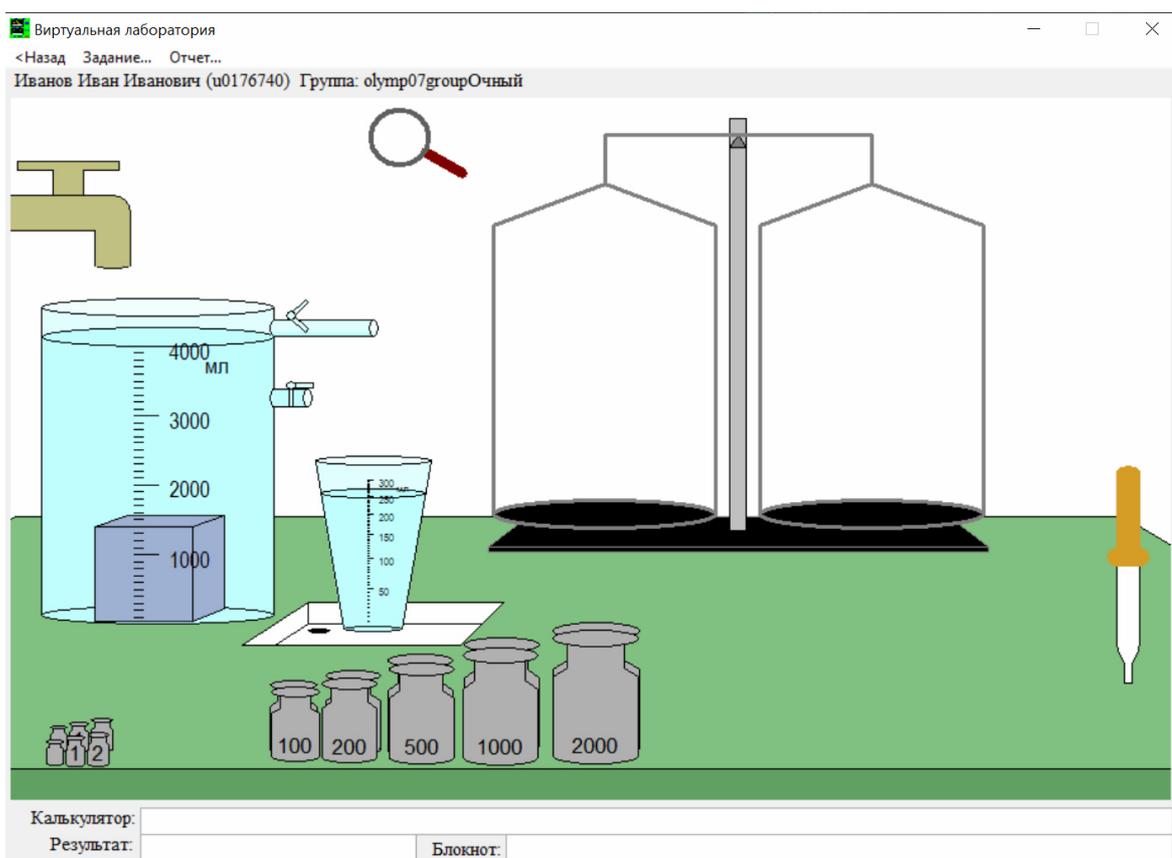


Получаем объём налившейся в мерный стакан воды 295 мл. Смотрим с помощью увеличительного стекла уровень воды в отливном стакане.

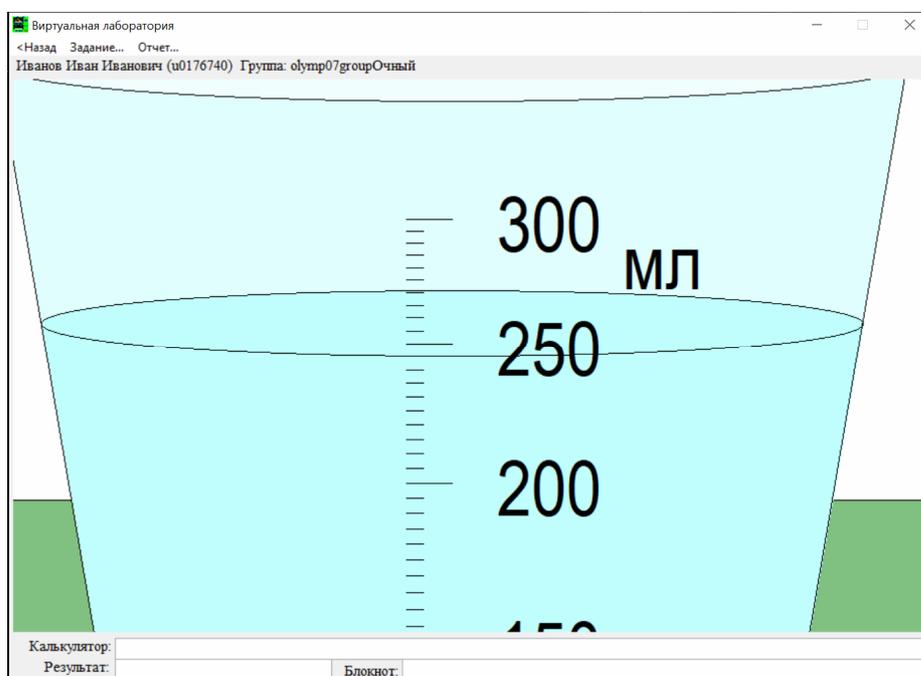


Он оказался равен 4000 мл. Поэтому первоначальный объём воды в отливном стакане $V=4295$ мл.

3. Для нахождения объёма кубика выльем в раковину воду из мерного стакана и поставим стакан в раковину. После этого аккуратно погрузим кубик в отливной стакан.



Используем увеличительное стекло.



Находим, что объём вылившейся воды $245 \text{ мл} = 245 \text{ см}^3$. Он равен объёму кубика $V_{\text{к}}$.

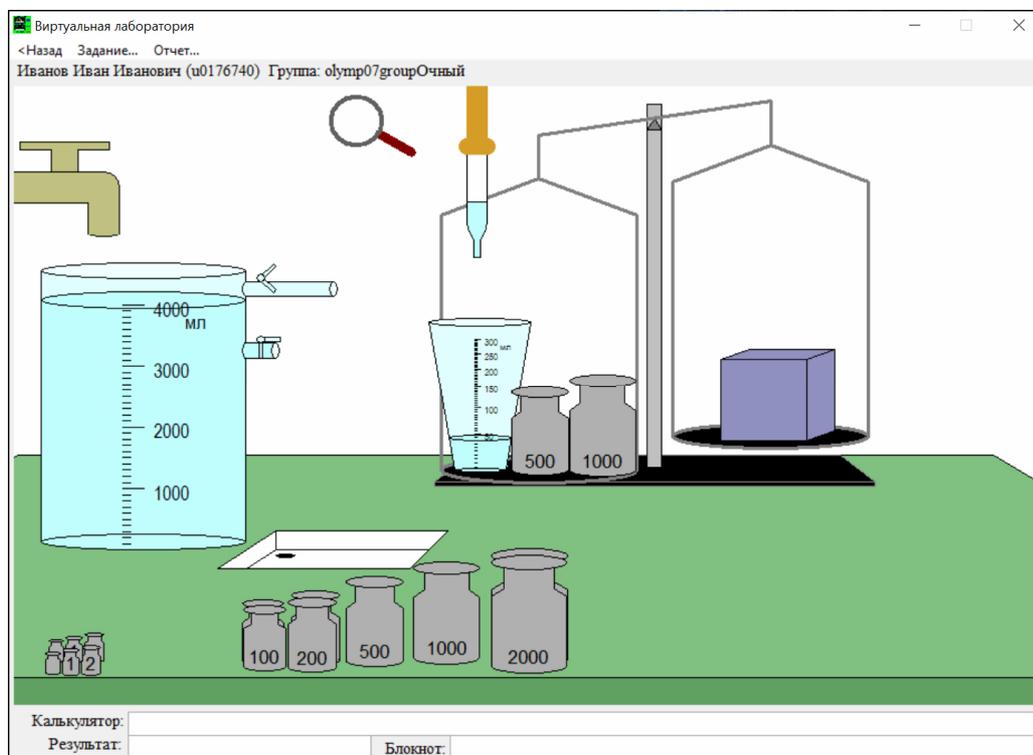
4. Для нахождения плотности кубика

$$\rho_{\text{к}} = M_{\text{к}} / V_{\text{к}} \quad (6)$$

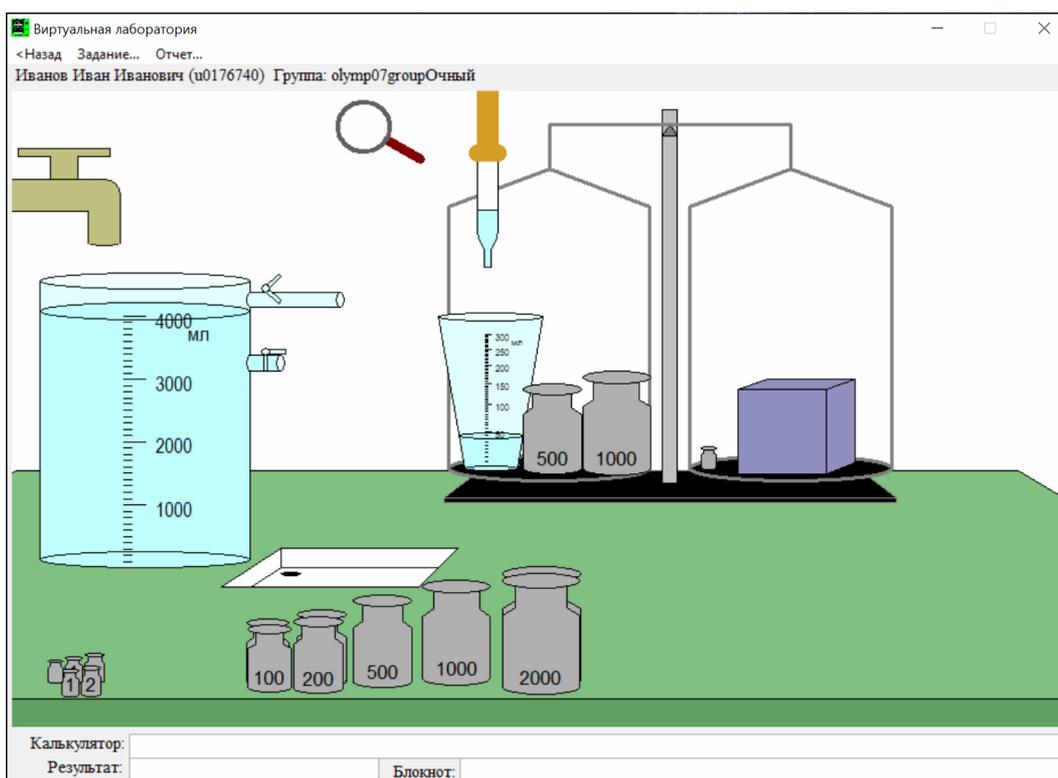
надо кроме его объёма $V_{\text{к}}$ знать массу кубика $M_{\text{к}}$.

Пытаемся взвесить кубик и обнаруживаем, что масса кубика больше 1500 г и меньше 1600 г. При этом добавление на весы маленьких гирек не помогает их уравновесить.

Поставим на чашку весов с грузом 1500 г пустой стакан, и будем капать в него пипеткой воду, чтобы уравновесить кубик. Семь капель оказывается недостаточно, а 8 капель – слишком много, и левая чаша весов перевешивает

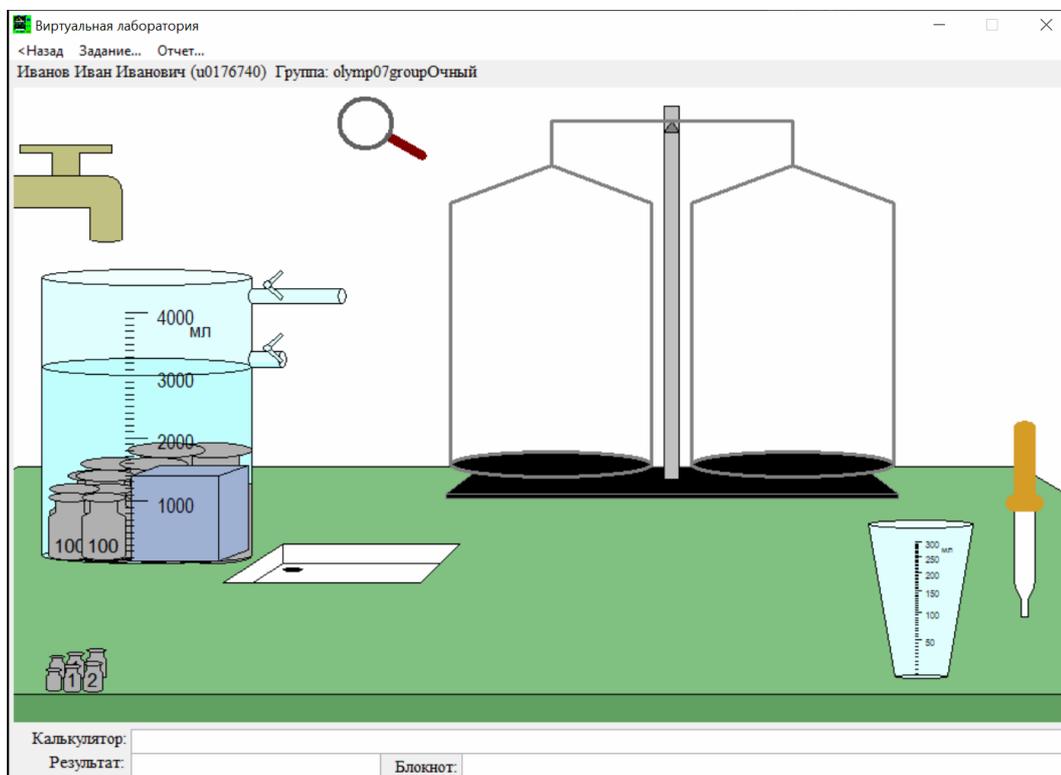


Но маленькая неподписанная гирька, поставленная на чашку весов с кубиком, уравнивает весы

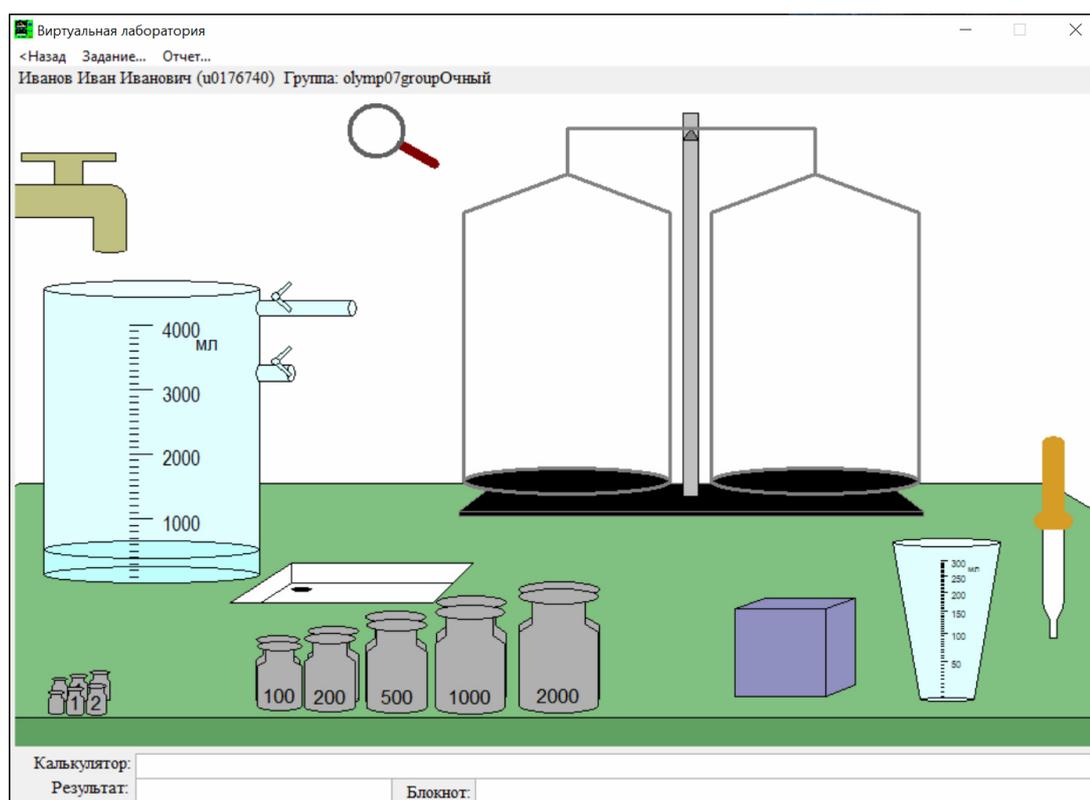


Это означает, что $1500 \text{ г} + M_{\text{ст}} + 8m = M_{\text{к}} + 0.5 \text{ г}$. Поэтому $M_{\text{к}} = 1500 \text{ г} + M_{\text{ст}} + 8m - 0.5 \text{ г} = 1500 + 28.5 + 8 \cdot 5 - 0.5 \text{ г} = 1568 \text{ г}$. Следовательно, $\rho_{\text{к}} = 1568 / 245 \text{ г/см}^3 = 6.4 \text{ г/см}^3$.

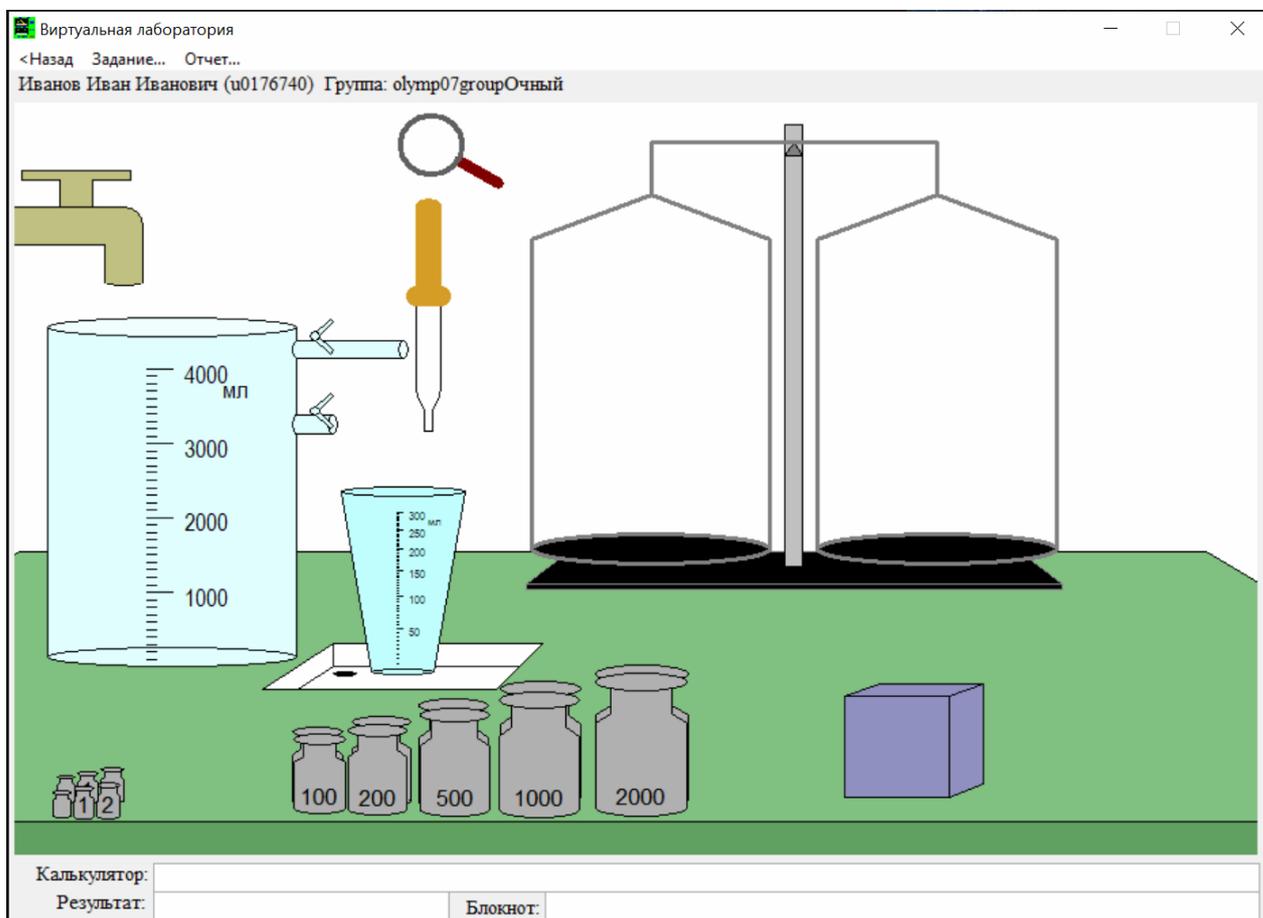
5. Для нахождения плотности жидкости, текущей из-под крана, необходимо для начала убрать как можно больше воды из отливного стакана. Для этого погрузим в него кубик и все крупные гири, а также откроем нижний сливной кран



После чего следует убрать из сливного стакана все тела.



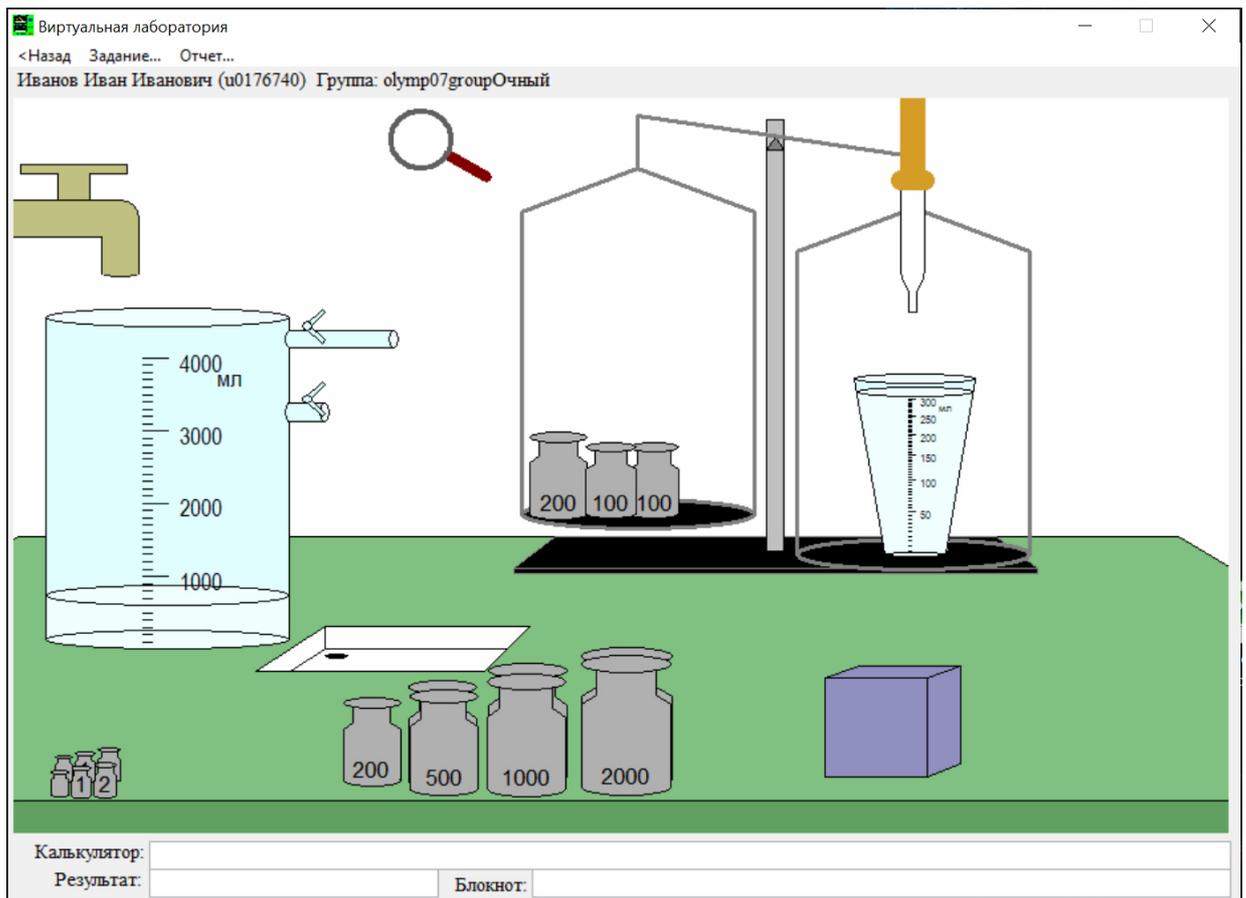
Конечно, можно было бы измерить получившийся объём, долить жидкость из крана и по измеренной плотности смеси найти плотность неизвестной жидкости. Но можно поступить гораздо проще – пипеткой убрать всю оставшуюся жидкость, поскольку её немного. Капать в раковину из пипетки не получается. Поэтому поставим стакан в раковину и будем капать из пипетки в него.



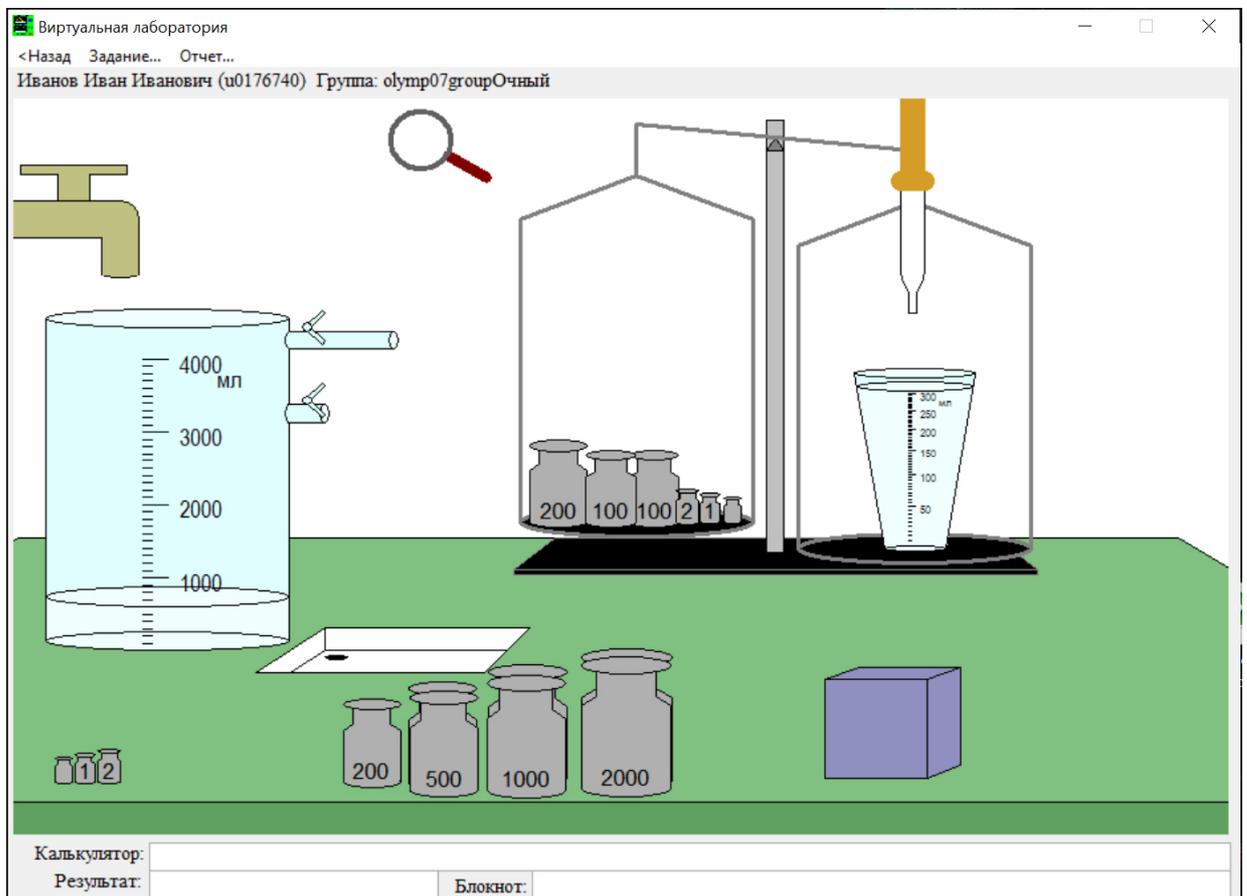
Выливаем воду из стакана в раковину и наливаем жидкость из крана в отливной стакан объёмом в пределах 500-1000 мл. После чего ставим на одну чашу весов гирию 200 г, а на другую мерный стакан, и наливаем пипеткой жидкость из отливного стакана в мерный стакан до тех пор, пока стакан с жидкостью не перевесит. Если до 300 мл далеко, пробуем поставить дополнительно гирию 100 г и продолжаем наливать жидкость, пока она не перевесит. Если до 300 мл далеко, ставим ещё дополнительно гирию 100 г и продолжаем процесс.

Можно было бы полностью заполнить отливной стакан и налить жидкость в мерный стакан из его верхнего крана, но в этом случае нет гарантии, что объём налитой жидкости был бы кратен 5 мл, и погрешность измерения объёма была бы намного выше.

В нашем случае получилось, что стакан с налитыми 305 мл жидкости имеет массу меньше 400 г, а с $V_{ж}=310$ мл перевешивает груз 400 г.



Добавление 3.5 г груза почти уравнивает весы. При этом 403.5 г небольшой недвес, а 404 г сильный перевес.



Поэтому будем считать, что масса стакана с жидкостью

$$M_{\text{ст}} + M_{\text{ж}} = 403.5 \text{ г.}$$

Отсюда

$$M_{\text{ж}} = 403.5 \text{ г} - M_{\text{ст}} = 403.5 - 28.5 \text{ г} = 375 \text{ г,}$$

$$\rho_{\text{ж}} = M_{\text{ж}} / V_{\text{ж}} = 375 / 310 \text{ г/см}^3 = 1.21 \text{ г/см}^3.$$

Отсылаем результаты на сервер

Виртуальная лаборатория
<Назад Задание... Отчет...
Иванов Иван Иванович (u0176740) Группа: olupr07groupОчный

Отчет

Масса стакана	28.5	г
Объём воды	4295	см ³
Объём кубика	245	см ³
Плотность кубика	6.4	г/см ³
Плотность жидкости, текущей из крана	1.21	г/см ³

Отправить результаты на сервер

Очистить Закрывать

Калькулятор: 375 / 310
Результат: 1.20967741935484 Блокнот:

Отчет

Название	Ответ	Результат	Баллы
Масса стакана (г)	28.5	Правильно	5
Объём воды (см ³)	4295	Правильно	5
Объём кубика (см ³)	245	Правильно	5
Плотность кубика (г/см ³)	6.4	Правильно	5
Плотность жидкости (г/см ³)	1.21	Правильно	5
Итого за задание :			25 (из 25)

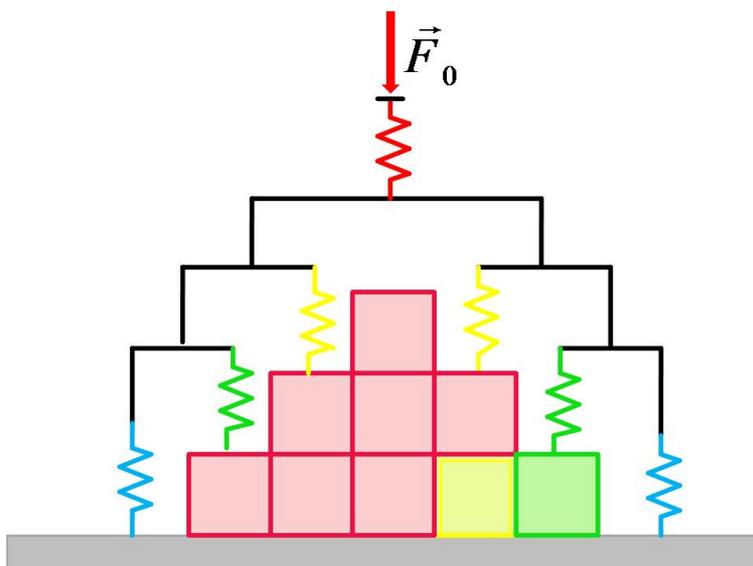
Сообщение с веб-страницы

Молодец, Иван, правильно!

ОК

Очистить Закрывать

7 класс. Задача: Пружины на ступеньках (25 баллов)



Из 9 одинаковых кубиков со стороной $a = 7.4$ см сложили пирамидку на твёрдой подставке. Плотность материала кубиков $\rho = 2.2$ г/см³. Сверху на кубики и на подставку опираются невесомые пружины, скреплённые невесомыми стержнями со свободно вращающимися шарнирами в точках крепления. Плечи у рычагов, к которым крепятся пружины, одинаковы. Жёсткость самой верхней (красной) пружины $k = 361$ Н/м. Сверху к конструкции приложили силу

$F_0 = 166$ Н. Величина деформации у каждой из пружин оказалась одинаковой.

Определите:

- 1) Силу F , действующую на подставку со стороны нижней (голубой) пружины.
- 2) Эквивалентную жёсткость k_0 конструкции.
- 3) Давление P_1 , которое зелёный кубик оказывает на стол.
- 4) Жёсткость k_2 жёлтой пружины.
- 5) Давление P_2 , которое жёлтый кубик оказывает на стол.

Ускорение свободного падения примите равным 9.8 м/с². Ответы вводите с точностью не хуже 0.1%.

Введите ответ:

$$F = \boxed{20.75} \text{ Н}$$

$$k_0 = \boxed{180.5} \text{ Н/м}$$

$$P_1 = \boxed{5385} \text{ Па}$$

$$k_2 = \boxed{90.25} \text{ Н/м}$$

$$P_2 = \boxed{10769} \text{ Па}$$

Решение.

1. Поскольку плечи у всех рычагов одинаковы, и они остались горизонтальны в процессе деформации пружин, сила, приложенная к шарниру, распределяется на оба плеча поровну для каждого из трех уровней рычагов. Поэтому на каждом уровне сила, действующая на плечо рычага, снижается в два раза, и для нижнего уровня получаем

$$F = \frac{F_0}{8} = 20.75 \text{ Н.} \quad (1)$$

2. В условии сказано, что деформация каждой из пружин оказалась одинаковой. Обозначим её величину через x . Тогда суммарная деформация всей конструкции

$$x_0 = 2x. \quad (2)$$

Для верхней (красной) пружины

$$F_0 = kx. \quad (3)$$

Из (2) и (3) определяем эквивалентную жёсткость конструкции:

$$k_{\text{экс}} = \frac{F_0}{x_0} = \frac{k}{2} = 180.5 \text{ Н/м}.$$

3. На зелёный кубик, согласно (1), сверху действует сила $\frac{F_0}{8}$. Учитывая, что масса m этого кубика равна ρa^3 , находим силу его давления на подставку

$$P_1 = \frac{F + mg}{a^2} = \frac{\frac{F_0}{8} + \rho a^3 g}{a^2} = 5385 \text{ Па}. \quad (4)$$

4. На жёлтую пружину действует сила

$$F_2 = \frac{F_0}{4}. \quad (5)$$

Её деформация x точно такая же, как у верхней пружины. При этом

$$F_2 = k_2 x. \quad (6)$$

Учитывая (3), (5) и (6), получаем

$$k_2 = \frac{k_0}{4} = 90.25 \text{ Н/м}.$$

5. Учитывая (5), вычислим давление, которое жёлтый кубик создаёт на опору:

$$P_2 = \frac{\frac{F_0}{4} + 2\rho a^3 g}{a^2} = 10769 \text{ Па}.$$