

Центральная предметно-методическая комиссия
Всероссийской олимпиады школьников по физике
Московский физико-технический институт

Всероссийская олимпиада по физике имени Дж. Кл. Максвелла

Заключительный этап
Экспериментальный тур



Москва, 2026 г.

Комплект задач подготовлен
центральной предметно-методической комиссией
Всероссийской олимпиады школьников по физике
E-mail: physolymp@gmail.com

Авторы задач

Экспериментальный тур

7 класс

8 класс

- **7-Е1.** Андрей Сеитов, Сергей Кармазин
- **7-Е2.** Александр Аполонский, Валерий Слободянин
- **8-Е1.** Фольклор
- **8-Е2.** Фольклор

7 класс

Задача №1. В поисках Немо

Оборудование: «серый ящик» с закреплённой на нём миллиметровой бумагой, шприц со съёмной иглой (цена деления 1 мл), держатель, сосуд с водой ($\rho_{\text{в}} = 1000 \text{ кг/м}^3$), лист миллиметровой бумаги для построения графика, салфетки для поддержания чистоты.

Оценивать погрешность в этой задаче не требуется.

Перед началом выполнения работы **ЗАПИШИТЕ В ЧИСТОВИК НОМЕР СВОЕГО СЕРОГО ЯЩИКА**. Делать какие-либо пометки на миллиметровой бумаге, закреплённой на поверхности «серого ящика», категорически запрещено. За нарушение этого требования работа участника будет оценена в 0 баллов. Пользуйтесь только той оцифровкой, которая уже нанесена на миллиметровую бумагу.

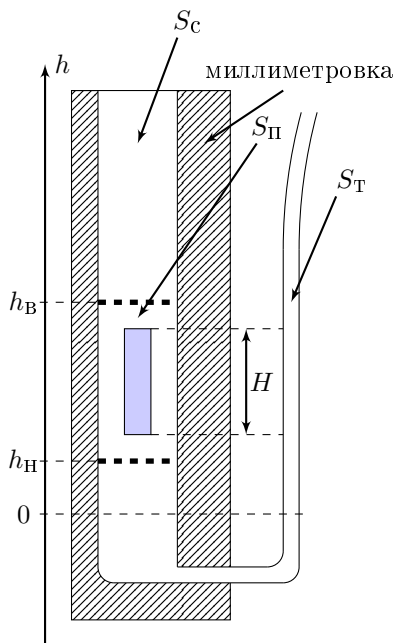
В непрозрачном сосуде «серого ящика» постоянного сечения между двумя тонкими сетками, расположенными на высотах $h_{\text{н}}$ и $h_{\text{в}}$, находится цилиндрический поплавок, ось симметрии которого параллельна оси сосуда (см. рисунок). Сосуд соединён с прозрачной трубкой.

1. Определите площадь поперечного сечения $S_{\text{т}}$ внутренней части прозрачной трубки.

Перед выполнением следующих заданий всю воду из «серого ящика» необходимо удалить.

Закрепите «серый ящик» на держателе в вертикальном положении. С помощью шприца с иглой заполните его водой до нулевого уровня через любое из отверстий в верхней части непрозрачного сосуда. Для гарантированного выравнивания уровней воды в сосуде и трубке можно слегка постукивать по поверхности сосуда. Следите за тем, чтобы отверстия, через которые вы добавляете воду, были свободны от водяной пленки.

2. Используя шприц с иглой, добавляйте в непрозрачный сосуд воду порциями по 1 мл. Постройте график зависимости высоты столба жидкости в прозрачной трубке от добавленного объёма воды. Количество измерений должно быть достаточным, чтобы ответить на все последующие вопросы.



Используя график, определите:

3. координаты сеток в «сером ящике» h_n и h_v (см. рисунок);
4. длину поплавка H (см. рисунок);
5. площадь поперечного сечения внутренней части непрозрачного сосуда S_c (см. рисунок);
6. площадь поперечного сечения поплавка S_n (см. рисунок);
7. массу поплавка m .

Задача №2. Универсальный измеритель

Оборудование: 3 листа бумаги, ножницы, шприц 20 мл, картонный стакан, стикер.

Обратите внимание! Использовать свои линейки для проведения прямых измерений строго запрещено. За нарушение этого требования работа участника будет оценена в 0 баллов.

Оценивать погрешность в этой задаче не требуется.

При выполнении работы обязательно описывайте свои действия. Оцениваться будут не только результаты, но и методика их получения.

1. Определите внутренний объем выданного вам стакана в см^3 .

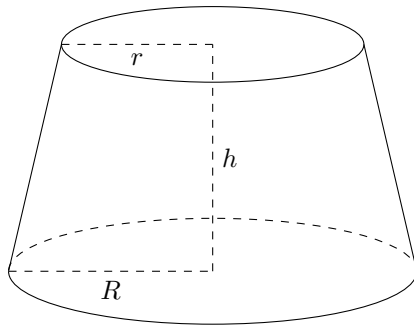
Примечание: объем усеченного конуса, радиусы оснований которого равны R и r , а высота — h (см. рисунок), определяется по формуле:

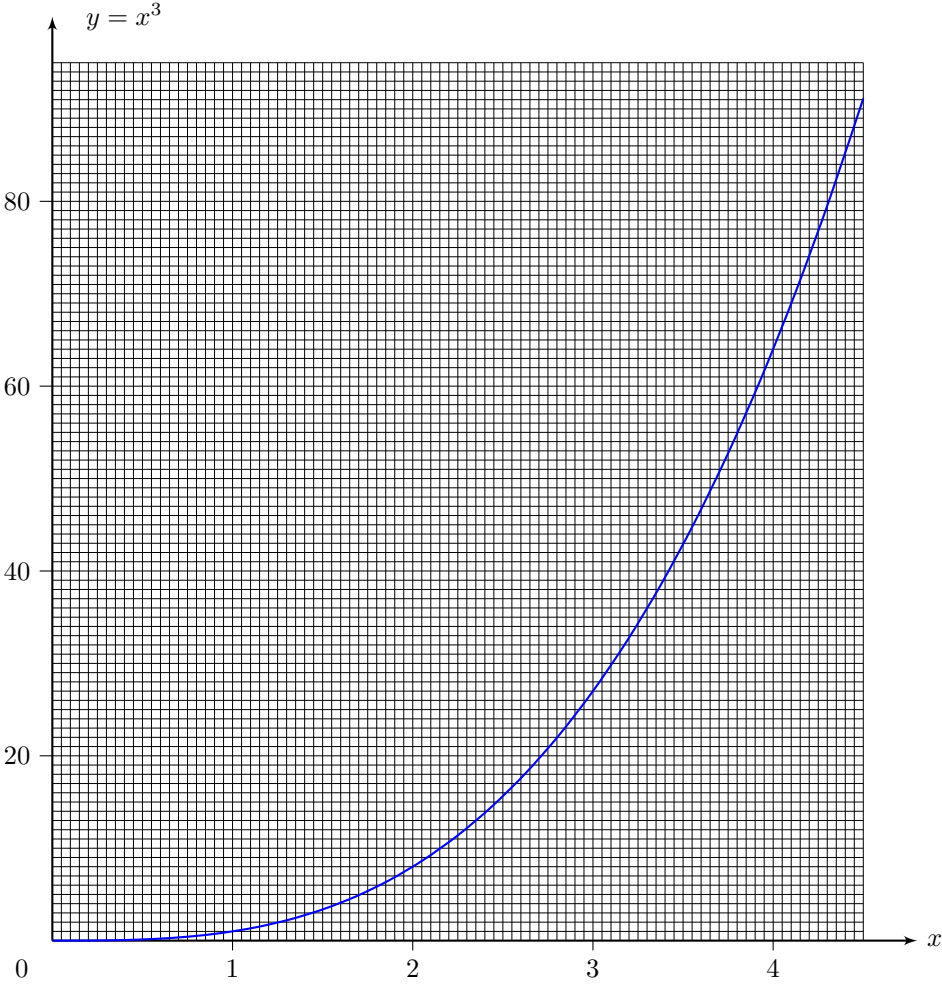
$$V = \frac{\pi h}{3}(R^2 + Rr + r^2).$$

2. Определите толщину стенок выданного вам стакана в мм.

3. К заданию приложена распечатка с изображением треугольника. Определите площадь этого треугольника в см^2 .

При выполнении задания, возможно, вам может понадобиться приложенный к условию график зависимости $y = x^3$.





8 класс

Задача №1. Испарение

В данной работе НЕ требуется оценка погрешностей!

Оборудование: три одноразовых пластиковых стаканчика; электронный термометр; электронные весы; секундомер; масло подсолнечное в шприце; устройство для закрепления термометра; теплоизолирующая прокладка; горячая вода по требованию; миллиметровая бумага для построения графиков.

При проведении измерений не забывайте помещать теплоизолирующую прокладку между весами и стаканчиком с горячей водой.



Фото собранной установки

В процессе остывания горячей воды, налитой в стакан, участвуют два основных механизма: охлаждение через поверхности, где горячая вода контактирует с более холодными объектами, и охлаждение воды за счет испарения.

В этой задаче Вам необходимо исследовать механизмы тепловых потерь, определить удельную теплоту парообразования воды и зависимость скорости испарения от температуры. Для этого предлагается провести два эксперимента с остыванием воды, в одном из которых испарение воды будет заблокировано при помощи масла.

Важная информация:

- Будьте аккуратны при наливании масла на поверхность воды!
- Будьте аккуратны при работе с горячей водой!
- Процесс остывания воды достаточно длительный и может занимать до 30 минут, поэтому **внимательно прочитайте условие до конца**, продумайте свои действия и составьте план работы.
- Подберите массу воды, которая будет использоваться Вами во всех экспериментах. Важно, чтобы поверхность воды была ниже края стаканчика не более, чем на 1 см, иначе пар будет конденсироваться на стенках.
- В одном эксперименте Вам нужно будет записывать показания трех приборов: секундомера, весов и термометра, подберите такой шаг по времени, чтобы успеть одновременно снять и записать три показания.
- Считайте, что теплоемкость системы постоянна: теплоемкостью масла и теплоемкостью испаряющейся воды можно пренебречь.
- Скорость испарения воды — масса воды, которая испаряется в единицу времени.
- Удельная теплоемкость воды $c = 4200 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$.

Задание:

1. Подробно опишите метод обработки результатов эксперимента, который позволяет определить удельную теплоту парообразования воды.

2. Налив в стакан некоторую массу горячей воды с температурой $80\text{--}85^\circ\text{C}$, снимите зависимости температуры и массы воды в стакане от времени. Конечная температура воды должна быть примерно 60°C .

3. Налив в стакан некоторую массу горячей воды с температурой $80\text{--}85^\circ\text{C}$, аккуратно из шприца поместите на поверхность воды слой подсолнечного масла так, чтобы он полностью покрывал воду и препятствовал испарению. Снимите зависимость температуры и массы воды в стакане от времени. Конечная температура воды должна быть примерно 60°C .

4. Постройте на одном листе графики зависимости температуры воды с маслом и без масла от времени.

5. Постройте на одном листе графики зависимости массы воды с маслом и без масла от времени.

6. Используя полученные зависимости, определите зависимость скорости испарения воды от температуры. Построение графика этой зависимости не требуется.

7. Определите удельную теплоту парообразования воды.

Задача №2. Сопротивление в трубе

В данной работе НЕ требуется оценка погрешностей!

Оборудование: проволочное кольцо, частично находящееся в трубке; приклеенная к трубке линейка; омметр с измерительными щупами; миллиметровая

бумага для построения графиков.

Проволока неизвестной длины L и неизвестного удельного сопротивления ρ с поперечным сечением $S = 0,1 \text{ мм}^2$ замкнута в кольцо. Часть проволоки помещена в непроводящую трубку, приклеенную к деревянной линейке скотчем.

Отрывать скотч и перемещать трубку запрещено! Прямые измерения длины проволоки, спрятанной в трубке, недопустимы!

Задание:

0. Запишите номер установки.
1. Определите сопротивление щупов $R_{\text{щ}}$.
2. Размещая щупы на разных расстояниях d и обеспечивая хороший электрический контакт с проволокой, снимите зависимость показаний омметра R от расстояния между щупами.
3. Получите теоретическую зависимость показаний омметра R от расстояния d между щупами.
4. Перепишите полученную зависимость в виде $y(x) = kx + b$; где x и y выражены через известные и измеренные величины, k и b выражены через L , S и ρ . Постройте график этой зависимости.
5. По графику определите длину проволоки L и удельное сопротивление материала проволоки ρ .

Возможные решения

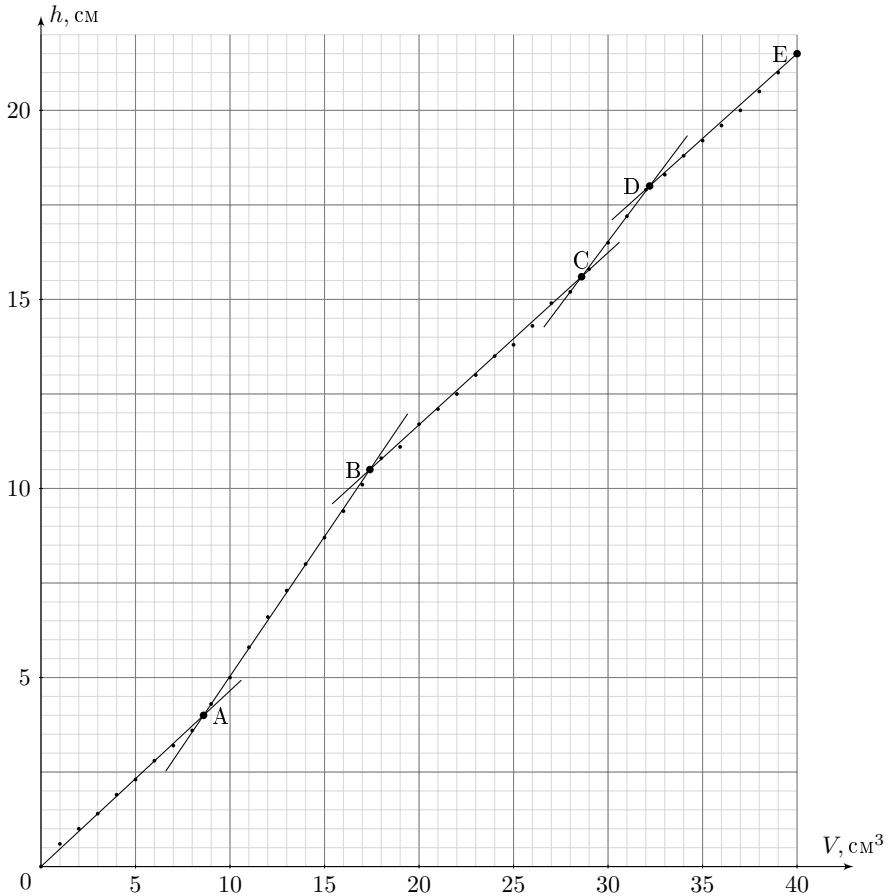
Задача №7-Е1. В поисках Немо

Заполняем прозрачную трубку водой известного объёма V_0 и измеряем длину столбика воды l_0 .

$$S_T = \frac{V_0}{l_{cp}} = \frac{2 \text{ см}^3}{16,7 \text{ см}} \approx 0,120 \text{ см}^2 = 12,0 \text{ мм}^2$$

Данные прямых измерений представлены в таблице.

$V, \text{ см}^3$	$h, \text{ мм}$	$V, \text{ см}^3$	$h, \text{ мм}$
0	0	21	121
1	6	22	125
2	10	23	130
3	14	24	135
4	19	25	138
5	23	26	143
6	28	27	149
7	32	28	152
8	36	29	158
9	43	30	165
10	50	31	172
11	58	32	179
12	66	33	183
13	73	34	188
14	80	35	192
15	87	36	196
16	94	37	200
17	101	38	205
18	108	39	210
19	111	40	215
20	117		



Т.к. на графике 4 излома, длина поплавка меньше расстояния между сетками, и поплавок плавает в воде. Координаты точек на графике: точка A ($8,6 \text{ см}^3$; $4,0 \text{ см}$) — нижняя сетка, точка B ($17,4 \text{ см}^3$; $10,5 \text{ см}$) — поплавок начинает всплывать, точка C ($28,6 \text{ см}^3$; $15,6 \text{ см}$) — поплавок упирается в верхнюю сетку, точка D ($32,2 \text{ см}^3$; $18,0 \text{ см}$) — верхняя сетка, точка E ($40,0 \text{ см}^3$; $21,5 \text{ см}$) — максимальное заполнение сосуда.

Координаты сеток $h_{\text{н}} = 40 \text{ мм}$; $h_{\text{в}} = 180 \text{ мм}$.

Длина поплавка $H = (h_B - h_A) + (h_D - h_C) = 89 \text{ мм}$.

Угловой коэффициент наклона прямых на графике — это площадь поперечного сечения, заполняемого водой пространства. Тогда для участка OA :

$$S_{\text{T}} + S_{\text{с}} = \frac{V_A}{h_A}.$$

$$S_c = \left(\frac{8,6}{4,0} - 0,12 \right) \text{ см}^2 \approx 2,03 \text{ см}^2$$

Для участка BC :

$$S_T + S_c = \frac{V_C - V_B}{h_C - h_B}.$$

$$S_c = \left(\frac{28,6 - 17,4}{15,6 - 10,5} - 0,12 \right) \text{ см}^2 \approx 2,08 \text{ см}^2$$

Для участка DE :

$$S_T + S_c = \frac{V_E - V_D}{h_E - h_D}.$$

$$S_c = \left(\frac{40,0 - 32,2}{21,5 - 18,0} - 0,12 \right) \text{ см}^2 \approx 2,12 \text{ см}^2$$

Усредним полученные значения. Тогда $S_c = \left(\frac{2,03+2,08+2,12}{3} \right) \text{ см}^2 \approx 2,1 \text{ см}^2 = 210 \text{ мм}^2$.

Для участка AB :

$$S_T + S_c - S_{\Pi} = \frac{V_B - V_A}{h_B - h_A}.$$

$$S_{\Pi} = \left(2,10 + 0,12 - \frac{17,4 - 8,6}{10,5 - 4,0} \right) \text{ см}^2 \approx 0,87 \text{ см}^2 = 87 \text{ мм}^2$$

Для участка CD :

$$S_T + S_c - S_T = \frac{V_D - V_C}{h_D - h_C}.$$

$$S_{\Pi} = \left(2,10 + 0,12 - \frac{32,2 - 28,8}{18,0 - 15,6} \right) \text{ см}^2 \approx 0,80 \text{ см}^2 = 80 \text{ мм}^2$$

Усредним полученные результаты $S_{\Pi} = \frac{0,87+0,80}{2} \approx 0,84 \text{ см}^2 = 84 \text{ мм}^2$.

На участке BC поплавок плавает. Согласно условию плавания:

$$F_A = mg$$

$$\rho_{\text{в}} g S_{\Pi} (h_B - h_A) = mg$$

$$m = \rho_{\text{в}} S_{\Pi} (h_B - h_A)$$

Масса поплавка

$$m = 1 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} \cdot 0,84 \text{ см}^2 \cdot (10,5 - 4,0) \text{ см} = 5,46 \text{ г} \approx 5,5 \text{ г}$$

Задача №7-Е2. Универсальный измеритель

Вынем поршень из шприца. Вырежем полоску бумаги шириной около 1 см. Начальную длину полоски можно подобрать, например, обернув ею поршень шприца. Вкладывая полоску внутрь шприца, примеряем и аккуратно подгоняем ее длину. Добиваемся, чтобы длина полоски совпала с внутренним периметром шприца.

Обратите внимание, что внутренний периметр шприца заметно меньше, чем внешний периметр поршня.

Прикладываем полоску к шкале шприца. Находим ее длину в делениях шприца $P = 2\pi R = 17$ делений.

Размеченный объем шприца — 20 мл = 20000 мм³. С другой стороны, его можно посчитать в делениях шприца. Это произведение площади поперечного сечения шприца на высоту, выраженное в кубических делениях шприца: $V_{\text{ш}} = \pi R^2 h = P^2 h / (4\pi)$. Тогда 20000 мм³ \approx 460,2 дел³. Откуда 1 дел³ \approx 43,5 мм³. По графику или с помощью калькулятора находим, что расстояние между соседними делениями на шкале шприца 1 дел = 3,5 мм.

С помощью шкалы шприца измеряем внутренние диаметры основания стакана d и верхней части стакана D . Стаканчик деформируется. Поэтому для повышения точности лучше измерить периметры оснований, а диаметры (или радиусы) вычислить.

Внутренний периметр дна стакана — 42 деления. Откуда:

$$r = P_{\text{вн}}/2\pi = \frac{42 \text{ дел} \cdot 3,5 \text{ мм}}{2 \cdot 3,14} \approx 23,4 \text{ мм}$$

Внутренний периметр верхней части стакана — 59 делений. Откуда:

$$R = P_{\text{вн}}/2\pi = \frac{59 \text{ дел} \cdot 3,5 \text{ мм}}{2 \cdot 3,14} \approx 32,9 \text{ мм}$$

Измеряем высоту h внутренней части стакана. Наиболее удобный метод измерения высоты — поставить шприц основанием на дно стакана, бумагой отметить горизонталь и сделать пометку стикером на шприце. Далее бумажной полоской отмеряем длину от основания до стикера и прикладываем ее к шкале. Замеряем высоту.

$$h = 25 \text{ дел} \cdot 3,5 \text{ мм} = 87,5 \text{ мм}$$

По приведенной в условии формуле считаем внутренний объем стакана

$$V = \frac{\pi h}{3}(R^2 + Rr + r^2) \approx 219784 \text{ мм}^3 \approx 219,8 \text{ см}^3$$

Прямое измерение объема с использованием воды и весов дает значение 216,8 см³.

С помощью ножниц разрежем стенки стакана на полоски. Сложим получившиеся полоски стопкой и прижмем их друг к другу. Толщина стопки из 56 полосок равна 5 дел. Тогда толщина стенки стакана:

$$d = 5 \text{ дел} \cdot 3,5 \text{ мм} / 56 \approx 0,31 \text{ мм}$$

Вырежем треугольник из распечатки. Измерим его длинную сторону (74 дел · 3,5 мм = 259 мм). Сложим треугольник так, чтобы левая часть длинной стороны накладывалась на правую, а линия сгиба проходила через вершину противолежащего угла. Измерим длину линии сгиба (28 дел · 3,5 мм = 98 мм). При складывании мы получили два прямоугольных треугольника. Площадь большого треугольника должна быть равна сумме площадей этих треугольников. А она в свою очередь легко находится, как половина произведения длины длинной стороны на длину линии сгиба. Тогда площадь нашего треугольника:

$$S_{\text{треугольника}} = \frac{1}{2} \cdot 259 \text{ мм} \cdot 98 \text{ мм} = 12691 \text{ мм}^2 \approx 127 \text{ см}^2$$

Задача №8-Е1. Испарение

Запишем уравнение теплового баланса для воды, остывающей без масла, за небольшой промежуток времени Δt :

$$L\Delta m_{\text{исп}} + \alpha(T - T_{\text{к}})\Delta t + C\Delta T = 0,$$

где $\Delta m_{\text{исп}}$ — масса испарившейся воды, L — удельная теплота парообразования воды, α — коэффициент пропорциональности в законе Ньютона-Рихмана, T — температура воды при остывании без масла, $T_{\text{к}}$ — комнатная температура, C — теплоемкость системы, ΔT — изменение температуры воды.

Запишем аналогичное уравнение для воды, накрытой маслом. Теплоемкость системы будем считать той же (во время эксперимента нальем ту же массу воды).

$$\alpha(T_{\text{м}} - T_{\text{к}})\Delta t + C\Delta T_{\text{м}} = 0,$$

где $T_{\text{м}}$ — температура воды при остывании с маслом. Масса системы остается неизменной, т.к. испарения нет (масло не испаряется).

Поделим уравнения на Δt :

$$L\frac{\Delta m_{\text{исп}}}{\Delta t} + \alpha(T - T_{\text{к}}) + C\frac{\Delta T}{\Delta t} = 0;$$

$$\alpha(T_{\text{м}} - T_{\text{к}}) + C\frac{\Delta T_{\text{м}}}{\Delta t} = 0,$$

где $\frac{\Delta m_{\text{исп}}}{\Delta t}$ — скорость испарения воды.

Строя касательные к графику $T_m(t)$ можем найти из их коэффициента наклона $\frac{\Delta T_m}{\Delta t}(T)$ при некоторых температурах T , аналогично для $T(t)$ можем найти коэффициенты наклона $\frac{\Delta T}{\Delta t}$. Тогда:

$$L \frac{\Delta m_{\text{исп}}}{\Delta t}(T) = C \left(\frac{\Delta T_m}{\Delta t}(T) - \frac{\Delta T}{\Delta t}(T) \right).$$

ВАЖНО: коэффициенты наклона касательных $\frac{\Delta T_m}{\Delta t}$ и $\frac{\Delta T}{\Delta t}$ должны быть взяты при одинаковой температуре T . При этой же температуре T должен быть найден коэффициент наклона касательной к графику $m(t)$ (скорость испарения со знаком минус).

Тогда, рассчитывая L по нескольким точкам и усредняя, можно получить итоговое значение удельной теплоты парообразования.

Примечание: $C = m$, где m — средняя масса воды в экспериментах.

t , с	T , °C	m , г	t , с	T , °C	m , г
0	84,5	133,70	320	70,6	132,31
20	83,1	133,58	340	69,8	132,24
40	82,1	133,44	360	69,1	132,20
60	81,2	133,33	380	68,5	132,15
80	80,2	133,22	400	67,9	132,12
100	79,2	133,10	420	67,1	132,08
120	78,3	132,99	440	66,5	132,05
140	77,5	132,91	460	66,0	132,00
160	76,6	132,80	480	65,2	131,96
180	75,8	132,72	500	64,7	131,94
200	75,0	132,66	520	64,3	131,88
220	74,2	132,63	540	63,8	131,87
240	73,6	132,57	560	63,3	131,83
260	72,9	132,50	580	62,7	131,80
280	72,2	132,45	600	61,8	131,77
300	71,3	132,36	620	61,6	131,77

Масса воды (показания весов, оттарированных со стаканчиком) в процессе эксперимента с маслом была постоянна и равна $m_2 = 133,22$ г.

$t, \text{с}$	$T_m, \text{°C}$	$t, \text{с}$	$T_m, \text{°C}$
0	85,0	420	74,4
20	84,4	450	73,8
40	83,8	480	73,2
60	83,1	510	72,6
80	82,6	540	72,1
100	82,0	600	70,9
120	81,3	660	69,9
140	80,8	720	68,9
160	80,3	780	67,8
180	79,8	840	66,8
200	79,3	900	65,9
240	78,4	960	64,9
270	77,6	1020	64,1
300	77,0	1080	63,3
330	76,3	1140	62,5
360	75,6	1200	61,7
390	75,0		

Построим 7 касательных к графику $m(t)$ для воды, остывавшей без масла, и для каждой касательной найдем коэффициент наклона. Учтем, что скорость испарения будет положительной величиной, то есть коэффициентом наклона, взятым со знаком минус (т.к. масса испарившейся воды — это минус изменение массы воды в стакане). Также по графику $T(t)$ найдем температуру в точке проведения касательной.

t, c	$\Delta m / \Delta t, \text{г/с}$	$T, ^\circ\text{C}$
5	0,0065	84
65	0,0055	81
155	0,0043	77
225	0,0035	74
335	0,0027	70
425	0,0021	67
525	0,0017	64

Возьмем значение массы воды из второго эксперимента. Оно с точностью 2 % (намного точнее, чем точность определения коэффициента наклона касательных) является массой воды на протяжении всего первого эксперимента.

$$m = 133 \text{ г} \Rightarrow C = 560 \text{ Дж}/^\circ\text{C}.$$

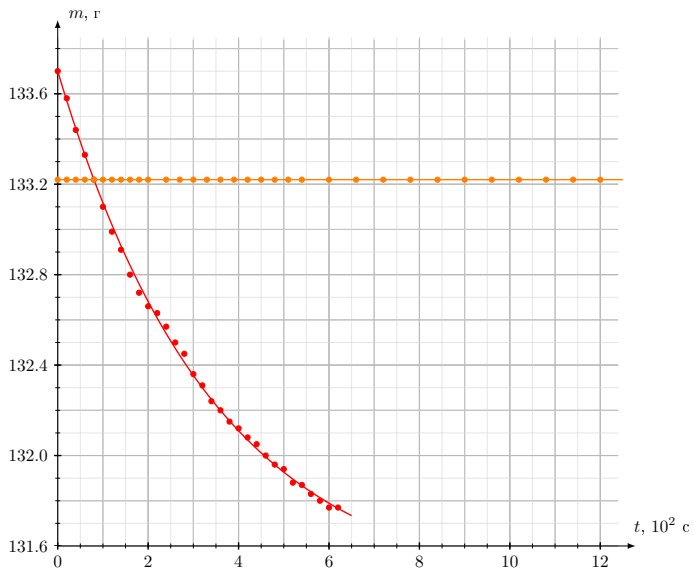
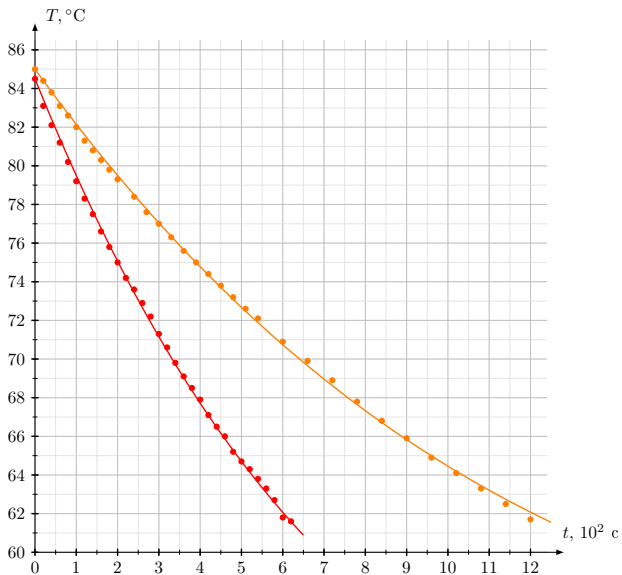
Для определения удельной теплоты парообразования воды необходимо провести касательные при найденных в предыдущем пункте температурах к графику $T(t)$ (для остывания как с маслом, так и без).

Тогда значения L :

	1	2	3	4	5
$L, \text{МДж/кг}$	1,90	2,03	2,60	2,88	3,52

Рассчитаем среднее и получим ответ:

$$L = 2,6 \frac{\text{МДж}}{\text{кг}}.$$



Задача №8-Е2. Сопротивление в трубе

Воспользуемся мультиметром в режиме омметра. Выберем наименьший предел измерений для сопротивления (200 Ом) и, замкнув щупы, измерим их сопротивление.

$$R_{\text{щ}} = 0,5 \text{ Ом.}$$

Размещая щупы омметра в точках проволоки с координатами x_1 и x_2 , снимем зависимость показаний омметра R от расстояния между щупами $d = x_2 - x_1$ (см. таблицу 1).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
x_1 , см	12,0	10,0	5,0	12,0	8,0	15,0	3,0	10,0	10,0	8,0	8,0	6,0	3,0
x_2 , см	16,0	15,0	12,0	20,0	18,0	27,0	17,0	25,0	27,0	26,0	28,0	28,0	28,0
d , см	4,0	5,0	7,0	8,0	10,0	12,0	14,0	15,0	17,0	18,0	20,0	22,0	25,0
R , Ом	5,9	7,2	9,7	10,9	13,2	15,3	17,4	18,4	20,3	21,0	22,8	24,2	26,3

Примечание: можно было измерять сопротивление R при одинаковой величине d на разных участках проволоки, после чего их усреднять, однако эксперимент отличается высокой воспроизводимостью, из-за чего такое усреднение практически не влияло на точность, потому оно не требовалось от участников олимпиады. Намного лучше для точного определения L и ρ измерить больше значений R при различных значениях d .

Получим теоретическую зависимость показаний омметра R от расстояния между щупами d . Так как щупы и кольцо из проволоки соединены последовательно, то:

$$R = R_{\text{щ}} + R_{\text{к}},$$

где $R_{\text{к}}$ – истинное сопротивление кольца из проволоки.

Рассчитаем сопротивление проволочного кольца. Оно складывается из сопротивлений двух параллельных участков цепи. Сопротивление участка проволоки, размещенного на линейке, равно:

$$R_1 = \rho \frac{d}{S}.$$

Сопротивление оставшейся части проволоки, находящейся в трубке, равно:

$$R_2 = \rho \frac{L-d}{S}.$$

Так как эти два участка соединены параллельно, то:

$$R_{\text{к}}(d) = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{\rho \frac{d}{S} \cdot \rho \frac{L-d}{S}}{\rho \frac{L}{S}} = \frac{\rho d \cdot (L-d)}{LS}.$$

Тогда:

$$R = R_{\text{ш}} + R_{\text{к}} = R_{\text{ш}} + \frac{\rho d \cdot (L-d)}{LS}.$$

$$R = R_{\text{ш}} + \frac{\rho d \cdot (L-d)}{LS}.$$

Линеаризуем полученную зависимость, то есть представим её в виде $y(x) = kx + b$, где k и b – постоянные в нашем эксперименте величины, зависящие от L , S , ρ ; а x и y выражены через известные и измеренные величины. Тогда можно будет построить линейный график зависимости y от x .

Для линеаризации перенесём $R_{\text{ш}}$ в левую часть уравнения, после чего обе части поделим на d . Получим:

$$\frac{R - R_{\text{ш}}}{d} = \frac{\rho}{S} - \frac{\rho d}{LS}.$$

Тогда:

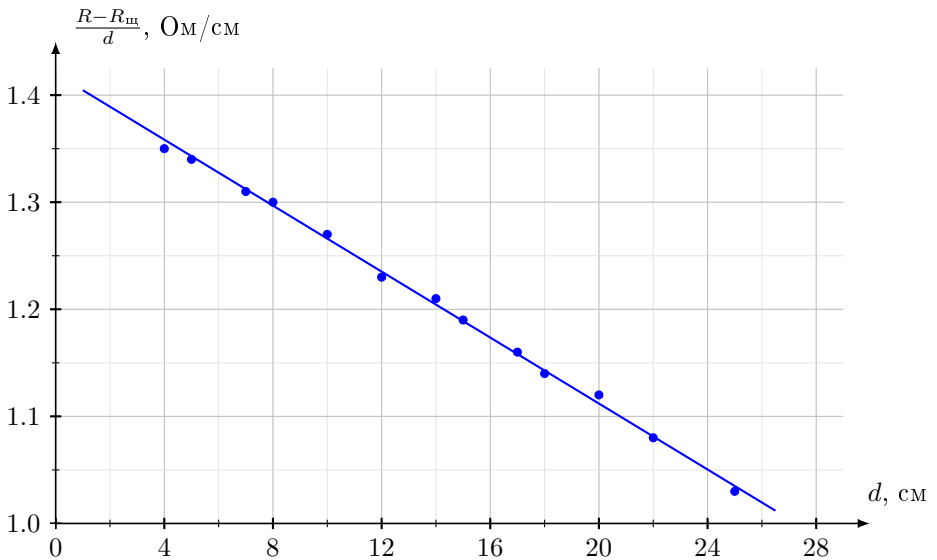
$$y = \frac{R - R_{\text{ш}}}{d}; \quad b = \frac{\rho}{S}; \quad k = -\frac{\rho}{LS}; \quad x = d.$$

Эта линеаризация будет использоваться в дальнейшем. Есть и другие варианты линеаризации, отличающиеся от данной на константу и/или замену $x \leftrightarrow y$.

Для построения графика добавим в таблицу строку $\frac{R - R_{\text{ш}}}{d}$ (см. таблицу 2).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
x_1 , см	12,0	10,0	5,0	12,0	8,0	15,0	3,0	10,0	10,0	8,0	8,0	6,0	3,0
x_2 , см	16,0	15,0	12,0	20,0	18,0	27,0	17,0	25,0	27,0	26,0	28,0	28,0	28,0
d , см	4,0	5,0	7,0	8,0	10,0	12,0	14,0	15,0	17,0	18,0	20,0	22,0	25,0
R , Ом	5,9	7,2	9,7	10,9	13,2	15,3	17,4	18,4	20,3	21,0	22,8	24,2	26,3
$(R - R_{\text{ш}})/d$, Ом/см	1,35	1,34	1,31	1,30	1,27	1,23	1,21	1,19	1,16	1,14	1,12	1,08	1,03

Построим график получившейся зависимости $\frac{R - R_{\text{ш}}}{d}$ от d .



Для определения длины проволоки L и удельного сопротивления ρ воспользуемся построенным графиком зависимости $y(x)$. Для этого найдём коэффициент b по пересечению прямой с вертикальной осью, который позволит определить удельное сопротивление ρ , а также угловой коэффициент k , который позволит определить длину проволоки L . Коэффициент k найдем по точкам, которые хорошо попадают в узлы миллиметровой бумаги.

$$b = 1,42 \frac{\text{Ом}}{\text{см}}.$$

$$k = \frac{1,42 - 1,05}{0 - 24} \frac{\text{Ом}}{\text{см}^2} = -0,0154 \frac{\text{Ом}}{\text{см}^2}.$$

Зная коэффициенты k и b , определим удельное сопротивление проволоки ρ :

$$\rho = S \cdot b = 1,42 \cdot 10^{-5} \text{ Ом} \cdot \text{м} = 14,2 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$$

и её длину:

$$L = -\frac{\rho}{kS} = -\frac{b}{k} = 92 \text{ см.}$$

$$\rho = 1,42 \cdot 10^{-5} \text{ Ом} \cdot \text{м};$$

$$L = 92 \text{ см.}$$