

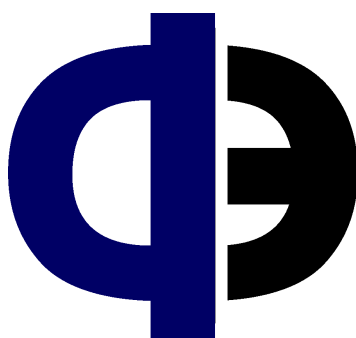


Кировское областное государственное автономное образовательное
учреждение дополнительного образования
«ЦЕНТР ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ОДАРЕННЫХ ШКОЛЬНИКОВ»

Турнир по экспериментальной физике, 2020

**ТУРНИР
ПО ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ
ФИЗИКЕ
в г. Кирове**

04 ОКТЯБРЯ 2020 ГОДА



КИРОВ
2020

Печатается по решению учебно-методического совета Кировского областного государственного автономного образовательного учреждения дополнительного образования «Центр дополнительного образования одаренных школьников»

Турнир по экспериментальной физике в г. Кирове: 04 октября 2020 года / Сост. Д.В. Перовщиков, А.П. Сорокин. – Киров: Изд-во ЦДООШ, 2020. – 10 с.

Составление: *Д.В. Перовщиков (7-2, 8-2),
А.П. Сорокин (7-1, 7-2, 8-1, 8-2)*
Рецензирование: *К.А. Коханов*

Адрес для переписки: center@extedu.kirov.ru

Подписано в печать 02.10.2020.
Формат 60 × 84 ¹/₁₆. Бумага типографская. Усл. п. л. 0,4.
Тираж 300 экз.
г. Киров, Октябрьский пр-кт., д. 87а

© Кировское областное государственное автономное образовательное учреждение дополнительного образования «Центр дополнительного образования одаренных школьников», Киров, 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2
Задания 7 класс	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
Решения 7 класс	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4
Задания 8 класс	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	7
Решения 8 класс	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	8

ПРЕДИСЛОВИЕ

Турнир по экспериментальной физике – это индивидуальное онлайн соревнование для учащихся 7-х и 8-х классов школ г. Кирова и Кировской области.

Цель проведения Турнира: дать возможность школьникам попробовать свои силы в решении занимательных, исследовательских экспериментальных задач по физике, получить сравнительную оценку своих знаний и умений.

На выполнение экспериментальных заданий участникам отводится 90 минут. Побеждают школьники, набравшие наибольшее количество баллов.

Турнир по экспериментальной физике организован Кировским областным государственным автономным образовательным учреждением дополнительного образования «Центр дополнительного образования одаренных школьников». В организации Турнира и в работе жюри задействованы сотрудники ЦДООШ, преподаватели ВятГУ, учителя школ.

В настоящих Материалах представлены условия и решения заданий Турнира.

ЗАДАНИЯ ДЛЯ 7 КЛАССА

Для того чтобы получить максимальный балл за задачу, в процессе её решения не забывайте подробно описывать все выполняемые Вами действия.

ЗАДАЧА 1. «КУБИКИ»

Юный экспериментатор купил в магазине 14 кубиков, изготовленных из двух разных материалов. С помощью мензурки он определил объём V каждого из кубиков, а с помощью весов – их массы m . Вот только все результаты измерений он занёс в одну таблицу (табл. 1).

Табл. 1

№ кубика	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
$V, \text{см}^3$	30	5	2	20	6	8	36	18	24	40	8	18	12	42
$m, \text{г}$	12	2	5	8	15	20	90	7,2	60	16	3,2	45	30	16,8

Помогите юному экспериментатору найти плотности материалов, из которых изготовлены кубики. Для этого выполните следующие задания.

А) Используя занесённые в табл. 1 данные, на одном листе постройте графики зависимости m от V . **Графики рекомендуется строить ручкой на миллиметровой бумаге.**

Б) Используя построенные графики, определите плотности материалов, из которых изготовлены кубики.

Плотность – это физическая величина, обозначаемая буквой ρ и равная отношению массы тела к занимаемому им объёму $\rho = \frac{m}{V}$.

В) Используя таблицу плотностей, определите, из каких веществ изготовлены кубики.

ТАБЛИЦА ПЛОТНОСТЕЙ

Твердое тело	$\rho, \text{г/см}^3$	Твердое тело	$\rho, \text{г/см}^3$	Твердое тело	$\rho, \text{г/см}^3$
Иридий	22,4	Олово	7,3	Сахар-рафинад	1,6
Платина	21,5	Цинк	7,1	Оргстекло	1,2
Золото	19,3	Чугун	7,0	Капрон	1,1
Свинец	11,3	Корунд	4,0	Полиэтилен	0,92
Серебро	10,5	Алюминий	2,7	Лед	0,90
Медь	8,9	Стекло оконное	2,5	Дуб (сухой)	0,70
Латунь	8,5	Бетон	2,3	Сосна (сухая)	0,40
Сталь, железо	7,8	Кирпич	1,8	Пробка	0,24

ЗАДАЧА 2. «ШАРИК»

На алюминиевый жёлоб через каждые 10 см нанесли маркером отметки, после чего закрепили один из его концов в штативе под небольшим углом к горизонту. Затем взяли стальной шарик и отпустили его от самой верхней отметки без начальной скорости. Используя режим замедленной съёмки (**в 60 раз**), сняли процесс скалывания шарика (см. видео по ссылке <https://youtu.be/uUj4Ng-g06o>).

Внимательно посмотрите предложенный видеофрагмент и выполните следующие задания.

А) Используя возможность остановки видео, заполните таблицу (табл. 2) зависимости пройденного шариком пути s от времени t его движения.

- Отсчёт времени и пройденного пути начинайте с того момента, когда шарик достигнет первой отметки.
- В таблицу заносите моменты времени, когда шарик пересекает очередную отметку.



Табл. 2

№ отметки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
t, c														
$s, м$														

Б) Используя занесённые в табл. 2 данные, постройте график зависимости s от t . **График** рекомендуется строить ручкой на миллиметровой бумаге.

В) Найдите среднюю скорость шарика в конце первого метра движения.

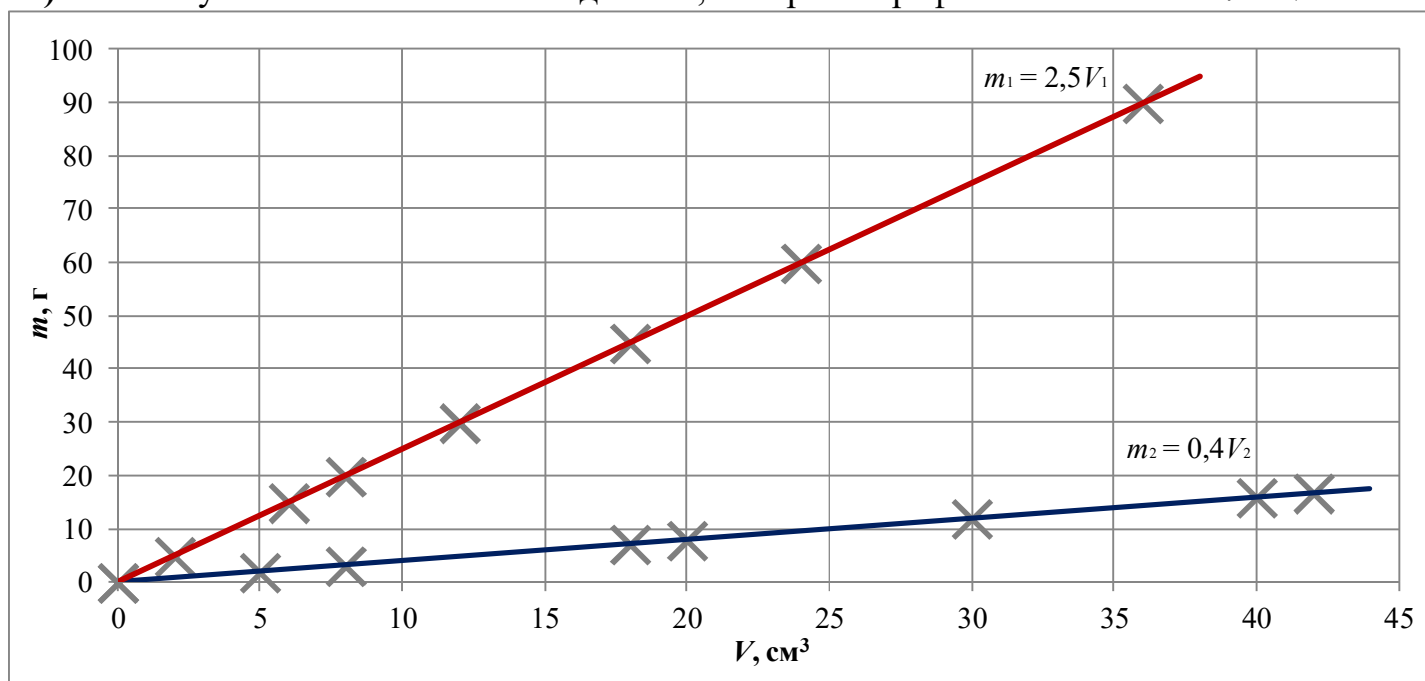
Средняя скорость – это отношение пути, пройденного телом, ко времени, за которое этот путь был пройден $v = \frac{s_{\text{весь}}}{t_{\text{всё}}}$.

ВНИМАНИЕ! При выполнении заданий не забывайте, что видео замедлено в 60 раз!

ОТВЕТЫ, РЕШЕНИЯ И ВОЗМОЖНАЯ РАЗБАЛЛОВКА К ЗАДАНИЯМ 7 КЛАССА

1. «КУБИКИ»

А) Используя занесённые в табл. 1 данные, построим график зависимости m от V .



Б) Используя построенный график, определим плотности материалов, из которых изготовлены кубики: $\rho_1 = \frac{(90 - 30) \text{ г}}{(36 - 12) \text{ см}^3} = 2,5 \text{ г/см}^3$ (красная линия); $\rho_2 = \frac{(16,8 - 8) \text{ г}}{(42 - 20) \text{ см}^3} = 0,4 \text{ г/см}^3$ (синяя линия).

В) Кубики плотностью $\rho_1 = 2,5 \text{ г/см}^3$ изготовлены из стекла, кубики плотностью $\rho_2 = 0,4 \text{ г/см}^3$ изготовлены из сосны (сухой).

Критерии оценивания

А) Построенные графики оцениваются из 7 баллов:

А1) если на графике подписаны обе оси с единицами измерения (например: $m, \text{г}$) – 1 балл, если на графике подписана только одна ось или не подписаны обе оси – 0 баллов,

А2) если на графике подписаны шкала измерений с постоянным шагом (например: 0; 2; 4 и т.д.) – 1 балл, если на графике подписаны шкалы измерений координатами точек (например: 2; 5; 8 и т.д.) или шкала не подписана – 0 баллов;

- А3)** если на графике отмечены все точки из табл. 1 (точка считается отмеченной, если она явно видна на графике или отмечена крестом) – 2 балла,
 если на графике отмечено 10 – 13 точек из таб. 1 – 1 балл,
 если на графике отмечено ≤ 9 точек из табл. 1 – 0 баллов;
- А4)** если через точки на графике проведены две прямые – 3 балла,
 если точки на графике не соединены – 0 баллов.

Б) Найденные плотности материалов кубиков оцениваются из 6 баллов:

Первая плотность:

- если значение ρ_1 попадает в интервал $[2,4 ; 2,6]$ г/см³ – 3 балла,
- если значение ρ_1 попадает в интервалы $[2,3 ; 2,4]$ г/см³ и $(2,6 ; 2,7]$ г/см³ – 2 балла,
- если значение ρ_1 попадает в интервалы $[2,2 ; 2,3)$ г/см³ и $(2,7 ; 2,8]$ г/см³ – 1 балл,
- если значение ρ_1 не попадает в указанные интервалы – 0 баллов.

Вторая плотность:

- если значение ρ_2 попадает в интервал $[0,38 ; 0,42]$ г/см³ – 3 балла,
- если значение ρ_2 попадает в интервалы $[0,36 ; 0,38)$ г/см³ и $(0,42 ; 0,44]$ г/см³ – 2 балла,
- если значение ρ_2 попадает в интервалы $[0,34 ; 0,36)$ г/см³ и $(0,44 ; 0,46]$ г/см³ – 1 балл,
- если значение ρ_2 не попадает в указанные интервалы – 0 баллов.

В) Верно определенные материалы кубиков оцениваются из 2 баллов:

- кубики плотностью ρ_1 выполнены из стекла – 1 балл,
- кубики плотностью ρ_2 выполнены из сосны (сухой) – 1 балл.

2. «ШАРИК»

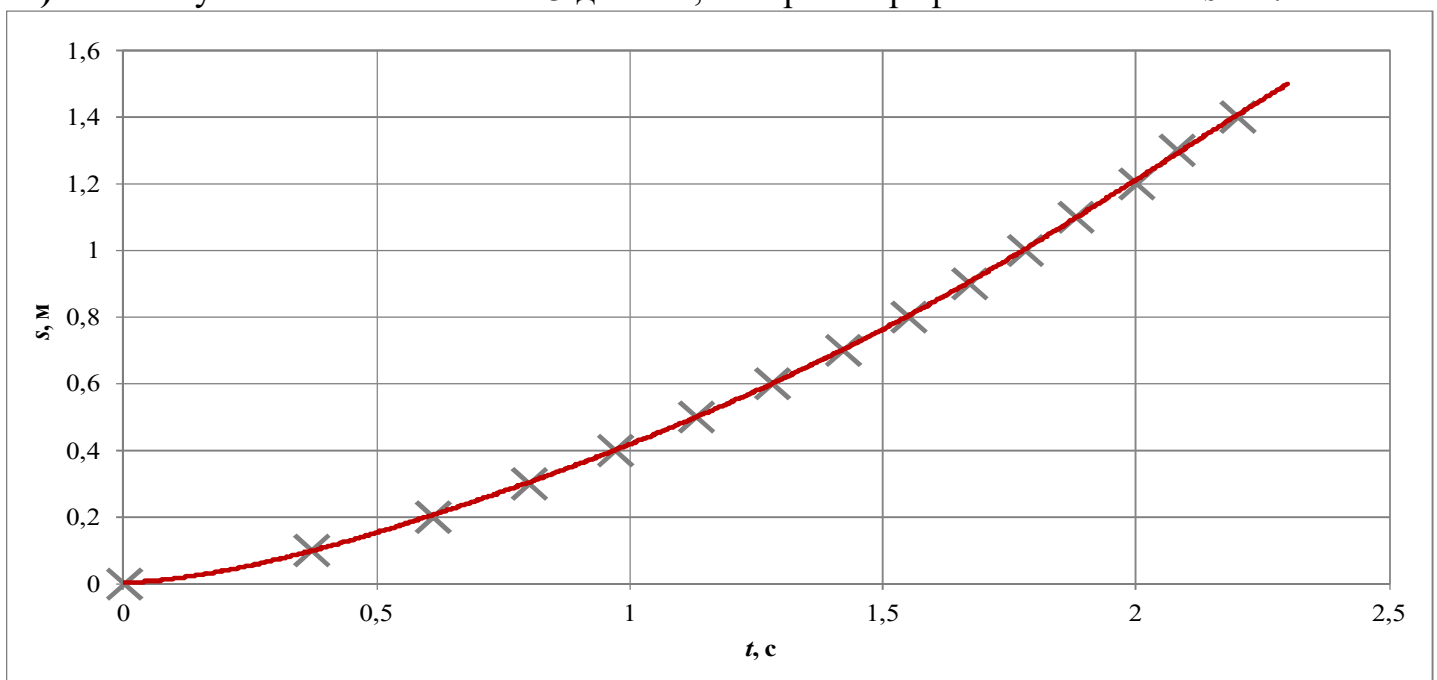
А) Используя возможность остановки видео, заполним таблицу (табл. 3).

При заполнении табл. 3 не забываем время скатывания шарика делить на коэффициент замедления видео – 60 (например: шарик пересекает первую отметку в 35 с, вторую – в 57 с, тогда первые 10 см он проходит за время $t_1 = (57 - 35) \text{ с} / 60 \approx 0,37 \text{ с}$).

Табл. 3

№ отметки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
$t, \text{ с}$	0,00	0,37	0,61	0,80	0,97	1,13	1,28	1,42	1,55	1,67	1,78	1,88	2,00	2,08	2,20
$s, \text{ м}$	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4

Б) Используя занесённые в табл. 3 данные, построим график зависимости s от t :



В) Средняя скорость – это отношение пути, пройденного телом $s_{\text{весь}} = (1 - 0) = 1$ м, ко времени, за которое этот путь был пройден $t_{\text{всё}} = (1,78 - 0) = 1,78$ с (табл. 3), тогда $v = \frac{s_{\text{весь}}}{t_{\text{всё}}}$, численно $v = 1/1,78 \approx 0,56$ м/с.

Критерии оценивания

А) Заполненная табл. 3 оценивается из 5 баллов:

- если в таблице ≥ 13 значений – 5 баллов,
- если в таблице 8 – 12 значений – 3 балла,
- если в таблице 4 – 7 значений – 1 балл,
- если в таблице ≤ 3 значений – 0 баллов.

Б) Построенный график оценивается из 5 баллов:

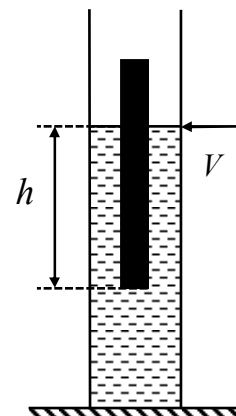
- Б1)** если на графике подписаны обе оси с единицами измерения (например: s , м) – 1 балл, если на графике подписана только одна ось или не подписаны обе оси – 0 баллов;
- Б2)** если на графике подписаны шкала измерений с постоянным шагом (например: 0,0; 0,1; 0,2 и т.д.) – 1 балл, если на графике подписаны шкалы измерений координатами точек (например: 0,00; 0,35; 0,65 и т.д.) или шкала не подписана – 0 баллов;
- Б3)** если на графике отмечено ≥ 13 точек из таблицы измерений (точка считается отмеченной, если она явно видна на графике или отмечена крестом) – 2 балла, если на графике отмечено 8 – 12 точек из таблицы измерений – 1 балл, если на графике отмечено ≤ 7 точек из таблицы измерений – 0 баллов;
- Б4)** если через точки на графике проведена гладкая кривая – 1 балл, если точки на графике соединены отрезками или не соединены – 0 баллов.
- В) Найденная средняя скорость v оценивается из 5 баллов:**
- если значения v попадают в интервал $[0,53; 0,59]$ м/с – 5 баллов,
 - если значения v попадают в интервалы $[0,50; 0,53)$ м/с и $(0,59; 0,62]$ м/с – 3 балла,
 - если значения v попадают в интервалы $[0,47; 0,50)$ м/с и $(0,62; 0,65]$ м/с – 1 балл,
 - если значения v не попадают в указанные интервалы – 0 баллов.

ЗАДАНИЯ ДЛЯ 8 КЛАССА

Для того чтобы получить максимальный балл за задачу, в процессе её решения не забывайте подробно описывать все выполняемые Вами действия.

ЗАДАЧА 1. «ПОГРУЖЕНИЕ»

Цилиндрическую мензурку частично наполнили водой и поставили на горизонтальную поверхность стола. Затем взяли сплошное цилиндрическое тело, привязали к одному из его концов нить и начали медленно отпускать в мензурку с водой. В конце эксперимента нить выпустили из рук, а тело осталось плавать, частично выступая над поверхностью воды (см. видео по ссылке <https://youtu.be/h7RvIB8wEwU>).



Внимательно посмотрите предложенный видеофрагмент и выполните следующие задания.

А) Используя возможность остановки видео, заполните таблицу (табл. 1) зависимости объёма V содержимого мензурки, расположенного ниже уровня поверхности воды, от высоты h погруженной части цилиндрического тела значениям для 10 различных моментов времени равномерно по всему доступному диапазону.

- Вначале в мензурке находилось 144 мл подкрашенной жидкости.
- Цена деления мензурки – 2 мл.

Табл. 1

№ измерения	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
V , мл										
h , см										

Б) Используя занесённые в табл. 1 данные, постройте график зависимости V от h . **График рекомендуется строить ручкой на миллиметровой бумаге.**

В) Используя построенный график, определите площадь поперечного сечения цилиндрического тела S . Формула объёма цилиндра $V = SH$, где H – его высота.

Г) Найдите плотность материала, из которого изготовлено цилиндрическое тело ρ_m .

Примечание: плотность подкрашенной жидкости равна $\rho_{ж} = 1000 \text{ кг/м}^3$.



ЗАДАЧА 2. «ПРУЖИНКИ»

Юный экспериментатор собрал установку, показанную на рисунке: с помощью пружинки жёсткостью k_1 он подвесил лёгкий пустотелый короб K к потолку, снизу к коробу он прикрепил пружинку жёсткостью k_2 , нижний конец которой оказался на расстоянии x от пола. Затем юный экспериментатор начал медленно наливать в короб воду и фиксировать зависимость удлинения Δl_1 верхней пружинки от массы m воды, налитой в короб. Результаты измерений он занёс в таблицу (табл. 2).

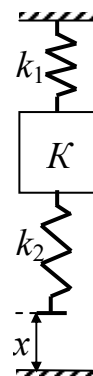


Табл. 2

№ измерения	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
m , кг	0,0	0,4	1,0	1,8	2,4	4,4	5,9	6,9	8,4	9,9
Δl_1 , см	0	20	50	90	120	160	190	210	240	270

Помогите юному экспериментатору определить коэффициенты жёсткости пружинок. Для этого выполните следующие задания.

А) Используя занесённые в табл. 2 данные, постройте график зависимости веса короба с водой $P = mg$ от удлинения Δl_1 верхней пружинки. **График рекомендуется строить ручкой на миллиметровой бумаге.**

Б) Используя график, определите расстояние x от нижнего конца пружины жёсткостью k_2 до пола в начальный момент времени (до наливания воды в короб).

В) Используя график, определите коэффициенты жёсткости пружинок.

Примечание: считайте, что постоянная $g = 10$ Н/кг.

ОТВЕТЫ, РЕШЕНИЯ И ВОЗМОЖНАЯ РАЗБАЛЛОВКА К ЗАДАНИЯМ 8 КЛАССА

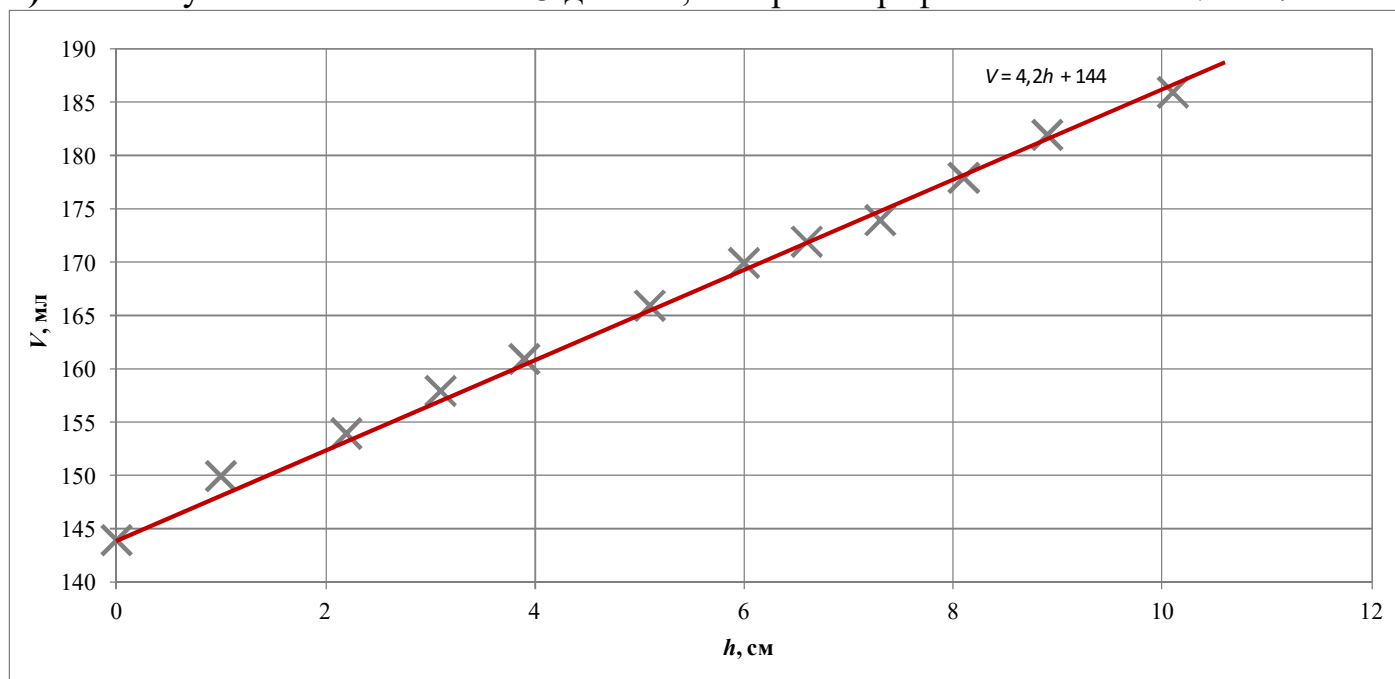
1. «ПОГРУЖЕНИЕ»

А) Используя возможность остановки видео, заполним таблицу (табл. 3).

Табл. 3

№ измерения	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
V , мл	144	150	154	158	161	166	170	172	174	178	182	186
h , см	0,0	1,0	2,2	3,1	3,9	5,1	6,0	6,6	7,3	8,1	8,9	10,1

Б) Используя занесённые в табл. 3 данные, построим график зависимости V от h .



В) Так как зависимость V от h линейная, то площадь поперечного сечения тела цилиндрической формы может быть найдена через угловой коэффициент наклона графика:

$$S = \frac{\Delta V}{\Delta h} \quad (1), \text{ численно } S = \frac{172 - 144}{6,6 - 0} = 4,2 \text{ см}^2.$$

Г) По видео определим полную высоту цилиндрического тела $H = 12,2$ см и высоту погруженной части $h = 10,1$ см в тот момент, когда нить отпустили.

Условие плавания цилиндрического тела $m_m g = \rho_{жс} g V_n$ (1), где $m_m = \rho_m V_m = \rho_m S H$ (2), $V_n = S h$ (3). Из формул (1) – (3) плотность тела $\rho_m = \rho_{жс} \frac{h}{H}$ (4), численно $\rho_m \approx 0,83$ г/см³.

Критерии оценивания

А) Заполненная таблица оценивается из 3 баллов:

А1) если в таблице ≥ 9 значений – 2 балла,
если в таблице 5 – 8 значений – 1 балл;

А2) если измерения равномерно распределены по всему доступному диапазону – 1 балл,
если измерения неравномерно распределены или используется не весь доступный диапазон – 0 баллов.

Б) Построенный график оценивается из 4 баллов:

Б1) если на графике подписаны обе оси с единицами измерения (например: h , см) – 1 балл,

если на графике подписана только одна ось или не подписаны обе оси – 0 баллов;

Б2) если на графике подписаны шкалы измерений с постоянным шагом (например: 0; 1; 2 и т.д.) – 1 балл,

если на графике подписаны шкалы измерений координатами точек (например: 0,0; 0,9; 2,2; и т.д.) или шкала не подписана – 0 баллов;

Б3) если на графике отмечено ≥ 9 точек из таблицы измерений (точка считается отмеченной, если она явно видна на графике или отмечена крестом) – 1 балл,

если на графике отмечено ≤ 8 точек из таблицы измерений – 0 баллов;

Б4) если через точки на графике проведена гладкая кривая – 1 балл,

если точки на графике соединены отрезками или не соединены – 0 баллов.

В) Найденная площадь S оценивается из 3 баллов:

В1) вывод формулы (1) и её интерпретация как углового коэффициента наклона графика – 1 балл;

В2) если значение S попадает в интервал $[4,0 ; 4,4]$ см² – 2 балла,

если значение S попадает в интервалы $[3,8 ; 4,0]$ см² и $(4,4 ; 4,6]$ см² – 1 балл,

если значение S не попадает в указанные интервалы – 0 баллов.

Г) Найденная плотность ρ оценивается из 5 баллов:

Г1) определение H и h – 1 балл;

Г2) формулы (1) – 1 балл;

Г3) формулы (4) – 1 балл;

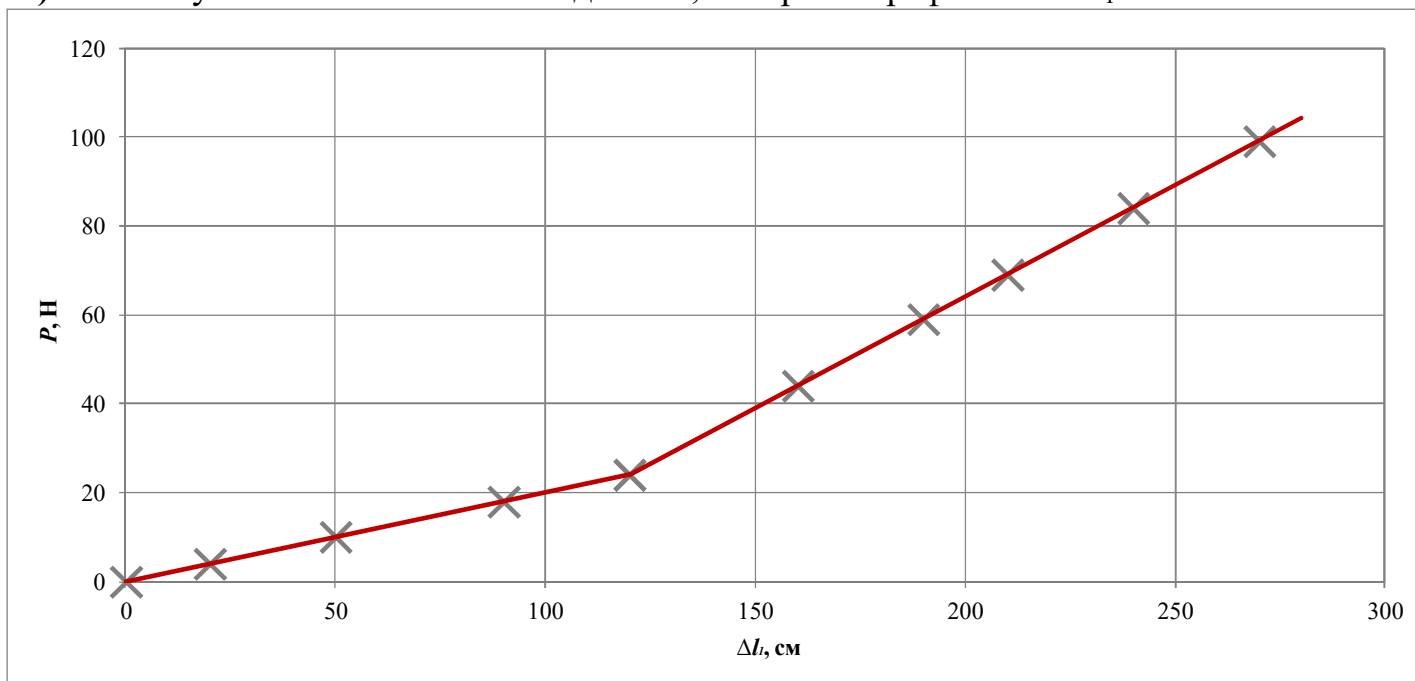
Г4) если значение ρ попадает в интервал $[0,79 ; 0,87]$ г/см³ – 2 балла,

если значение ρ попадает в интервалы $[0,75 ; 0,79]$ г/см³ и $(0,87 ; 0,91]$ г/см³ – 1 балл,

если значение ρ не попадает в указанные интервалы – 0 баллов.

2. «ПРУЖИНКИ»

А) Используя занесённые в табл. 1 данные, построим график P от Δl_1 .



Б) В точке с координатами (120 см ; 24 Н) происходит излом графика, следовательно, в этот момент времени вторая пружинка касается пола. Тогда расстояние от нижнего конца пружинки жёсткостью k_2 до пола в начальный момент времени равно $x = 1,2$ м.

В) По графику можно заметить, что сначала растягивается только верхняя пружинка, причём для первого участка графика (до излома) можно записать $P = mg = F_{\text{упр}}$. Найдём коэффициент жёсткости верхней пружинки: $k_1 = \frac{F_{\text{упр}01}}{\Delta l_{01}}$ (1), численно $k_2 = \frac{24 \text{ Н}}{1,2 \text{ м}} = 20 \text{ Н/м}$.

После того, как начинает сжиматься нижняя пружинка, силы суммируются: $F_{\text{упр}} = F_{\text{упр}1} + F_{\text{упр}2}$ (2). При удлинении верхней пружинки на $\Delta l_1 = 2,1 \text{ м}$ в ней возникает сила упругости $F_{\text{упр}1} = k_1 \cdot \Delta l_1$ (3), численно $F_{\text{упр}1} = 42 \text{ Н}$, в то время как суммарная сила упругости $F_{\text{упр}} = 69 \text{ Н}$. Тогда $F_{\text{упр}2} = F_{\text{упр}} - F_{\text{упр}1} = 69 \text{ Н} - 42 \text{ Н} = 27 \text{ Н}$. Нижняя пружинка сжалась на $\Delta l_2 = 2,1 \text{ м} - 1,2 \text{ м} = 0,9 \text{ м}$. Коэффициент жёсткости нижней пружинки $k_2 = \frac{F_{\text{упр}2}}{\Delta l_2}$ (4),

численно $k_2 = \frac{27 \text{ Н}}{0,9 \text{ м}} = 30 \text{ Н/м}$.

Критерии оценивания

А) Построенный график оценивается из 7 баллов:

А1) если на графике подписаны обе оси с единицами измерения (например: $P, \text{Н}$) – 1 балла,

если на графике подписана только одна ось или не подписаны обе оси – 0 баллов,

А2) если на графике подписаны шкала измерений с постоянным шагом (например: 50; 100; 150 и т.д.) – 1 балл,

если на графике подписаны шкалы измерений координатами точек (например: 4; 10; 18 и т.д.) или шкала не подписана – 0 баллов;

А3) если на графике отмечены все точки из табл. 2 (точка считается отмеченной, если она явно видна на графике или отмечена крестом) – 2 балла,

если на графике отмечено 6 – 9 точек из табл. 1 – 1 балл,

если на графике отмечено ≤ 5 точек из табл. 1 – 0 баллов;

А4) если через точки на графике проведены две прямые – 3 балла,

если точки на графике не соединены – 0 баллов.

Б) Найденное значение x оценивается из 2 баллов:

если значение x попадает в интервал $[1,1 ; 1,3] \text{ м}$ – 2 балла,

если значение x попадает в интервалы $[1,0 ; 1,1) \text{ м}$ и $(1,3 ; 1,4] \text{ м}$ – 1 балл,

если значение x не попадает в указанные интервалы – 0 баллов.

В) Найденные коэффициенты жёсткости пружинки оцениваются из 6 баллов:

В1) формула (1) – 1 балл;

В2) k_1 попадает в интервал $[18 ; 20] \text{ Н/м}$ – 1 балл;

В3) формула (2) – 1 балл;

В4) формула (3) – 1 балл;

В5) формула (4) – 1 балл;

В6) k_2 попадает в интервал $[27 ; 33] \text{ Н/м}$ – 1 балл.