

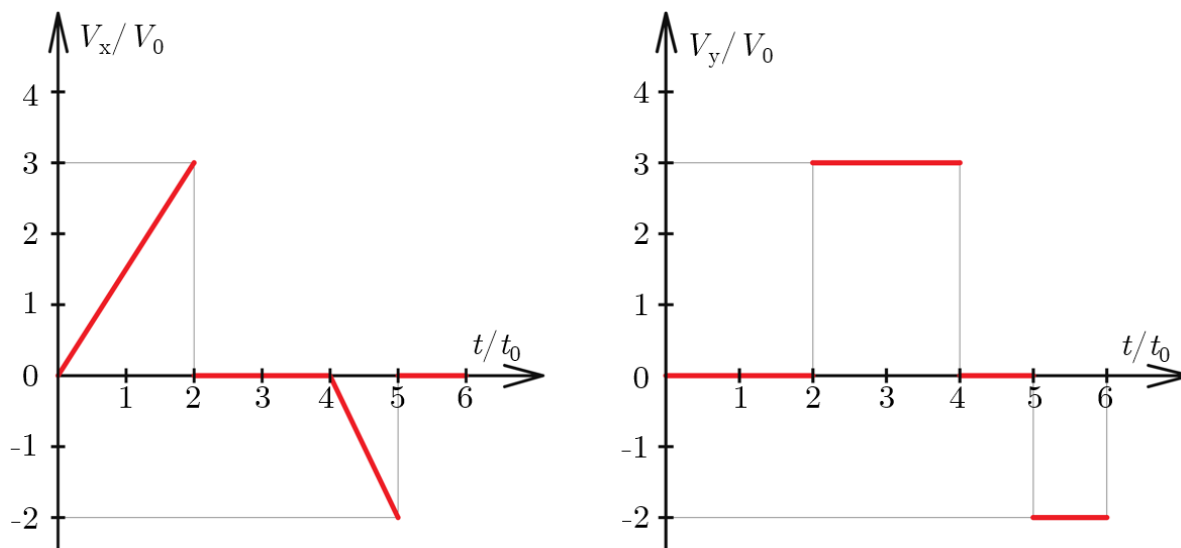
ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ФИЗИКА. 2026–2027 уч. г.
ШКОЛЬНЫЙ ЭТАП. 9 КЛАСС

ОТВЕТЫ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

Максимальный балл за работу – 30.

Задание 1. Вариант 1.

Матвей участвует в соревнованиях по робототехнике. В гонках по линии робот Матвея должен пройти заданный маршрут с поворотами и развилками на плоском поле, на которое нанесены взаимно перпендикулярные оси Ox и Oy . На графиках показаны зависимости проекций скоростей робота V_x и V_y , спроецированных на эти оси, от времени; $V_0 = 10$ м/мин, $t_0 = 0.5$ мин.



Считая, что Матвей всё время находится в начале координат $(0; 0)$, а робот начал движение из точки с координатами $(x_0; y_0)$, где $x_0 = 8$ м, $y_0 = 4$ м, ответьте на вопросы.

а) Какой путь робот прошёл в промежуток времени от 0 до $2t_0$? Ответ выразите в метрах, округлите до целых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [14; 16]

Критерий оценивания: точное совпадение ответа – 1 балл.

б) Какой путь робот прошёл в промежуток времени от $2t_0$ до $4t_0$? Ответ выразите в метрах, округлите до целых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [29; 31]

Критерий оценивания: точное совпадение ответа – 1 балл.

в) Какой путь робот прошёл в промежуток времени от $4t_0$ до $6t_0$? Ответ выразите в метрах, округлите до целых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [14; 16]

Критерий оценивания: точное совпадение ответа – 1 балл.

г) Определите среднюю путевую скорость робота за всё время в пути от 0 до $6t_0$. Ответ выразите в м/мин, округлите до целых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [19; 21]

Критерий оценивания: точное совпадение ответа – 1 балл.

д) Определите конечные координаты (x ; y) робота к моменту времени $t = 6t_0$. Ответы выразите в метрах, округлите до целых.

Ответ: для x засчитывается в диапазоне [17; 19]

Критерий оценивания: точное совпадение ответа – 1 балл.

Ответ: для y засчитывается в диапазоне [23; 25]

Критерий оценивания: точное совпадение ответа – 1 балл.

е) Определите расстояние между роботом и Матвеем к моменту времени $t = 6t_0$. Ответ выразите в метрах, округлите до целых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [29; 31]

Критерий оценивания: точное совпадение ответа – 2 балла.

ж) Определите модуль перемещения робота к моменту времени $t = 6t_0$. Ответ выразите в метрах, округлите до целых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [21; 23]

Критерий оценивания: точное совпадение ответа – 2 балла.

Максимальный балл за задание – 10.

Решение.

а) На промежутке от 0 до $2t_0$ проекция скорости робота на ось Oy равна нулю, поэтому робот движется вдоль оси Ox . Проекция перемещения примерно равна площади под графиком проекции скорости: $\Delta x_1 = 3v_0t_0 = 15$ м. Путь на первом участке $s_1 = 15$ м.

б) На промежутке от $2t_0$ до $4t_0$ проекция скорости робота на ось Ox равна нулю, поэтому робот движется вдоль оси Oy . Проекция перемещения примерно равна площади под графиком проекции скорости: $\Delta y_2 = 6v_0t_0 = 30$ м. Путь на втором участке $s_2 = 30$ м.

в) На промежутке от $4t_0$ до $5t_0$ робот движется вдоль оси Ox : $\Delta x_3 = -v_0 t_0 = -5$ м, $s_3 = 5$ м. На промежутке от $5t_0$

до $6t_0$ он движется вдоль оси Oy : $\Delta y_4 = -2v_0 t_0 = -10$ м, $s_4 = 10$ м. Путь на этих двух участках $s_{34} = s_3 + s_4 = 15$ м.

г) Весь путь $s = 15 + 30 + 15 = 60$ м; время в пути $t = 6t_0 = 3$ мин. Средняя путевая скорость $v_{cp} = s/t = 20$ м/мин.

д-е) Конечные координаты робота:

$$x = x_0 + \Delta x = 8 + 15 + 0 - 5 + 0 = 18 \text{ м}, \quad y = y_0 + \Delta y = 4 + 0 + 30 + 0 - 10 = 24 \text{ м}.$$

ж) Расстояние от робота до Матвея равно модулю радиус-вектора робота: $r = \sqrt{x^2 + y^2} = 30$ м. Модуль перемещения робота $\Delta r = \sqrt{(\Delta x)^2 + (\Delta y)^2} \approx 22.4$ м.

Матрица параметров и ответов к вариантам задания 1.

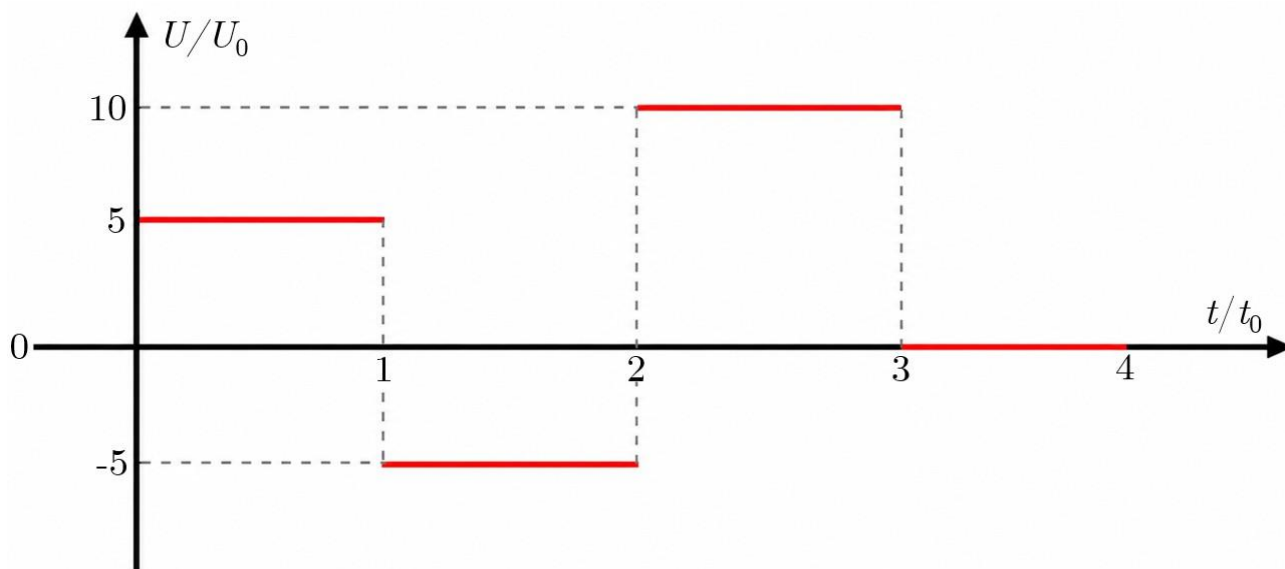
№ варианта	v_0 , м/мин	t_0 , мин	x_0 , м	y_0 , м	Ответ в диапазоне (пункт а)		Ответ в диапазоне (пункт б)		Ответ в диапазоне (пункт в)		Ответ в диапазоне (пункт г)	
1	10	0.5	8	4	14	16	29	31	14	16	19	21
2	5	0.6	7	0	8	10	17	19	8	10	9	11
3	10	0.7	6	-1	20	22	41	43	20	22	19	21
4	5	0.8	5	-2	11	13	23	25	11	13	9	11
5	10	0.9	4	-3	26	28	53	55	26	28	19	21
6	5	1	3	-4	14	16	29	31	14	16	9	11
7	10	1.1	2	-5	32	34	65	67	32	34	19	21
8	5	1.2	1	-6	17	19	35	37	17	19	9	11
9	10	1.3	0	12	38	40	77	79	38	40	19	21
10	5	1.4	-1	11	20	22	41	43	20	22	9	11
11	10	1.5	-2	10	44	46	89	91	44	46	19	21
12	5	1.6	-3	9	23	25	47	49	23	25	9	11
13	10	1.7	-4	8	50	52	101	103	50	52	19	21
14	5	1.8	-5	7	26	28	53	55	26	28	9	11
15	10	1.9	-6	6	56	58	113	115	56	58	19	21
16	5	2	-7	5	29	31	59	61	29	31	9	11
17	10	1	-8	4	29	31	59	61	29	31	19	21
18	5	1.1	-9	3	16	18	32	34	16	18	9	11
19	10	1.2	-10	2	35	37	71	73	35	37	19	21
20	5	1.3	-11	1	19	21	38	40	19	21	9	11

Матрица параметров и ответов к вариантам задания 1.

№ варианта	v_0 , м/мин	t_0 , мин	x_0 , м	y_0 , м	Ответ для x в диапазоне (пункт д)		Ответ для y в диапазоне (пункт д)		Ответ в диапазоне (пункт е)		Ответ в диапазоне (пункт ж)	
1	10	0.5	8	4	17	19	23	25	29	31	21	23
2	5	0.6	7	0	12	14	11	13	17	19	12	14
3	10	0.7	6	−1	19	21	26	28	33	35	30	32
4	5	0.8	5	−2	12	14	13	15	18	20	17	19
5	10	0.9	4	−3	21	23	32	34	39	41	39	41
6	5	1	3	−4	12	14	15	17	20	22	21	23
7	10	1.1	2	−5	23	25	38	40	45	47	48	50
8	5	1.2	1	−6	12	14	17	19	21	23	26	28
9	10	1.3	0	12	25	27	63	65	68	70	57	59
10	5	1.4	−1	11	12	14	38	40	40	42	30	32
11	10	1.5	−2	10	27	29	69	71	74	76	66	68
12	5	1.6	−3	9	12	14	40	42	42	44	35	37
13	10	1.7	−4	8	29	31	75	77	81	83	75	77
14	5	1.8	−5	7	12	14	42	44	44	46	39	41
15	10	1.9	−6	6	31	33	81	83	87	89	84	86
16	5	2	−7	5	12	14	44	46	46	48	44	46
17	10	1	−8	4	11	13	43	45	45	47	44	46
18	5	1.1	−9	3	1	3	24	26	24	26	24	26
19	10	1.2	−10	2	13	15	49	51	51	53	53	55
20	5	1.3	−11	1	1	3	26	28	26	28	28	30

Задание 2. Вариант 1.

В чугунном тигле находится кусок олова массой $m = 1.2$ кг при температуре $t_1 = 32$ °С. Напряжение на электрической спирали сопротивлением $R = 10$ Ом нагревателя изменяется по закону, график которого изображён на рисунке, где $t_0 = 1$ мин, $U_0 = 1$ В. Спустя $4t_0$ цикл повторяется.



Удельная теплоёмкость олова $c = 0.25$ Дж/(г · °С), удельная теплота плавления олова $\lambda = 60$ Дж/г, температура плавления олова $t_{\text{пл}} = 232$ °С. Теплоёмкостью тигля и потерями тепла в окружающую среду пренебрегите. Считайте, что потерь энергии в тигле не происходит.

а) Какое количество теплоты выделяется в нагревателе за один цикл? Ответ выразите в джоулях, округлите до целых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [899; 901]

Критерий оценивания: точное совпадение ответа – 3 балла.

б) Через какое время, считая от момента замыкания цепи, температура олова увеличится в $n = 2$ раза? Ответ выразите в минутах, округлите до десятых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [42.3; 42.7]

Критерий оценивания: точное совпадение ответа – 3 балла.

в) Через какое время, считая от момента замыкания цепи, олово начнёт плавиться? Ответ выразите в минутах, округлите до десятых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [266.3; 266.7]

Критерий оценивания: точное совпадение ответа – 4 балла.

Максимальный балл за задание – 10.

Решение.

а) По закону Джоуля – Ленца $Q = (U^2/R)\tau$. На первом участке цикла выделится 150 Дж, на втором – 150 Дж, на третьем – 600 Дж, на четвёртом – 0 Дж. Всего за цикл длительностью $4t_0$ выделяется $Q_0 = 900$ Дж.

б) Для увеличения температуры олова в $n = 2$ раза требуется

$$Q_1 = cm\Delta t = cm(n - 1)t_1 = 9.6 \text{ кДж.}$$

За 10 полных циклов выделяется 9000 Дж; ещё 600 Дж складываются из 150 Дж на первом участке, 150 Дж на втором и 300 Дж на третьем. Время нагревания на третьем участке $\tau = QR/U^2 = 30$ с. Общее время

$$10 \cdot 240 + 2 \cdot 60 + 30 = 2550 \text{ с} = 42.5 \text{ мин.}$$

в) Для нагревания олова от 32°C до 232°C потребуется $Q_2 = cm(t_{\text{пл}} - t_1) = 60$ кДж. За 66 полных циклов выделяется 59400 Дж; оставшиеся 600 Дж передаются на первых двух участках и за 30 с на третьем. Общее время

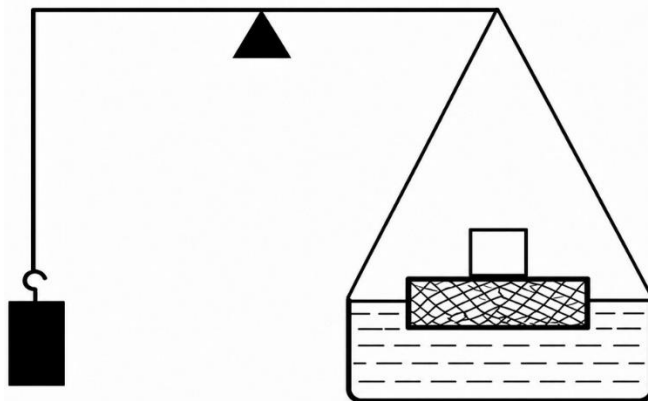
$$66 \cdot 240 + 2 \cdot 60 + 30 = 15990 \text{ с} = 266.5 \text{ мин.}$$

**Матрица параметров и ответов к вариантам задания 2.
Пункты б-в)**

№ варианта	$t_1, ^\circ\text{C}$	$R, \text{ Ом}$	$U_0, \text{ В}$	Ответ в диапазоне (пункт б)		Ответ в диапазоне (пункт в)	
1	32	10	1	42.3	42.7	266.3	266.7
2	35	40	2	46.3	46.7	262.3	262.7
3	38	90	3	50.3	50.7	258.3	258.7
4	41	160	4	54.3	54.7	254.3	254.7
5	44	250	5	58.3	58.7	250.3	250.7
6	47	360	6	62.3	62.7	246.3	246.7
7	50	490	7	66.3	66.7	242.3	242.7
8	53	640	8	70.3	70.7	238.3	238.7
9	56	810	9	74.3	74.7	234.3	234.7
10	59	1000	10	78.3	78.7	230.3	230.7
11	62	1210	11	82.3	82.7	226.3	226.7
12	65	1440	12	86.3	86.7	222.3	222.7
13	68	1690	13	90.3	90.7	218.3	218.7
14	71	1960	14	94.3	94.7	214.3	214.7
15	74	2250	15	98.3	98.7	210.3	210.7
16	77	2560	16	102.3	102.7	206.3	206.7
17	80	2890	17	106.3	106.7	202.3	202.7
18	83	3240	18	110.3	110.7	198.3	198.7
19	86	3610	19	114.3	114.7	194.3	194.7
20	89	4000	20	118.3	118.7	190.3	190.7

Задание 3. Вариант 1.

На равноплечем рычаге справа подвешен сосуд с водой, до краёв заполненный водой, слева – груз. В сосуде плавает деревянная дощечка длиной $a = 5$ см, шириной $b = 4$ см и высотой $c = 3$ см с кубиком льда объёмом 5 см^3 на ней. Когда дощечка с кубиком льда находится в середине сосуда, рычаг уравновешен.



Плотность дерева 0.8 г/см^3 , плотность льда 0.9 г/см^3 , плотность воды 1.0 г/см^3 .

а) На какую глубину погружена нижняя грань дощечки со льдом? Ответ выразите в миллиметрах, округлите до целых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [25; 27]

Критерий оценивания: точное совпадение ответа – 2 балла.

б) На какую глубину погрузится нижняя грань дощечки, когда лёд растает? Ответ выразите в миллиметрах, округлите до целых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [23; 25]

Критерий оценивания: точное совпадение ответа – 3 балла.

Максимальный балл за задание – 5.

Решение.

а) Масса дерева $M = \rho_d abc = 48$ г, масса льда $m = \rho_l V = 4.5$ г. По закону Архимеда вес вытесненной воды равен силе тяжести, действующей на плавающее тело. Объем погружённой части дощечки

$$V_{\text{пч1}} = \frac{M + m}{\rho_v} = 52.5 \text{ см}^3, \quad h_1 = \frac{V_{\text{пч1}}}{ab} = 2.625 \text{ см} \approx 26 \text{ мм}.$$

б) После таяния льда масса плавающего тела равна массе деревянной дощечки. Объем погружённой части

$$V_{\text{пч2}} = M/\rho_v = 48 \text{ см}^3, \quad \text{глубина погружения } h_2 = V_{\text{пч2}}/(ab) = 2.4 \text{ см} = 24 \text{ мм}.$$

**Матрица параметров и ответов к вариантам задания 3.
Пункты а-б)**

№ варианта	a , см	b , см	c , см	Объём кубика, см ³	Ответ в диапазоне (пункт а)		Ответ в диапазоне (пункт б)	
1	5	4	3	5	25	27	23	25
2	5.2	4.2	3.2	6	27	29	25	27
3	5.4	4.4	3.4	7	29	31	26	28
4	5.6	4.6	3.6	8	31	33	28	30
5	5.8	4.8	3.8	9	32	34	29	31
6	6	5	4	10	34	36	31	33
7	6.2	5.2	4.2	11	36	38	33	35
8	6.4	5.4	4.4	12	37	39	34	36
9	6.6	5.6	4.6	13	39	41	36	38
10	6.8	5.8	4.8	14	41	43	37	39
11	7	6	5	15	42	44	39	41
12	7.2	6.2	5.2	16	44	46	41	43
13	7.4	6.4	5.4	17	45	47	42	44
14	7.6	6.6	5.6	18	47	49	44	46
15	7.8	6.8	5.8	19	49	51	45	47
16	8	7	6	20	50	52	47	49
17	8.2	7.2	6.2	21	52	54	49	51
18	8.4	7.4	6.4	22	53	55	50	52
19	8.6	7.6	6.6	23	55	57	52	54
20	8.8	7.8	6.8	24	57	59	53	55

Задание 4.

Что произойдёт с равновесием рычага в следующих ситуациях? Во всех случаях дощечка не касается дна и стенок сосуда, движение происходит медленно; каждый случай рассматривается независимо.

В этом задании используются не все варианты ответа из правого столбца. Неиспользованные варианты приведены в последней ячейке таблицы

Ответ:

Дощечка со льдом медленно переместилась к левой стенке сосуда	Равновесие не нарушится
Дощечка со льдом медленно переместилась к правой стенке сосуда	Равновесие не нарушится
Лёд растаял; дощечка находится в середине сосуда	Равновесие не нарушится
Лёд растаял; дощечка медленно переместилась к левой стенке сосуда	Равновесие не нарушится
Лёд растаял; дощечка медленно переместилась к правой стенке сосуда	Равновесие не нарушится
	Равновесие нарушится, Перевесит груз слева, Равновесие нарушится, Перевесит сосуд справа, Недостаточно данных для ответа

Критерий оценивания: за каждую верную пару – 1 балл. Всего – 5 баллов.

Решение.

Если дощечка не касается стенок, во всех случаях центр масс системы «вода – дощечка – лёд» остаётся в середине сосуда. При смещении дощечки в одну сторону такая же масса воды сдвигается в противоположную сторону на то же расстояние. После таяния льда уровень жидкости и масса сосуда с содержимым не изменятся, центр масс останется в середине сосуда. Равновесие не нарушится.