ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ФИЗИКА. 2026–2027 уч. г.
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП. 10 КЛАСС

Максимальный балл за работу – 50 баллов.

Задание № 1.

Камень

Камень бросили с некоторой высоты над горизонтальной поверхностью земли. Через время t_1 его скорость была направлена горизонтально и равнялась $v_1 = 10$ м/с, а через время $t_2 = 2$ с (с момента бросания) его скорость оказалась равной начальной скорости v_0. При падении на землю скорость камня оказалась равной $v_3 = 30$ м/с. Пренебрегая сопротивлением воздуха и считая ускорение свободного падения $g = 10$ м/с^2, ответьте на следующие вопросы.

Вопрос 1. Найдите время t_1. Дайте ответ в секундах с округлением до десятых долей.

Вопрос 2. Найдите начальную скорость v_0. Дайте ответ в м/с с округлением до целого числа.

Вопрос 3. Найдите время t_3 всего полёта камня до падения на землю. Дайте ответ в секундах с округлением до десятых долей.

Вопрос 4. С какой высоты h был брошен камень? Дайте ответ в метрах с округлением до целого числа.

Вопрос 5. Чему равен модуль вектора перемещения камня S за время его полёта? Дайте ответ в метрах с округлением до целого числа.

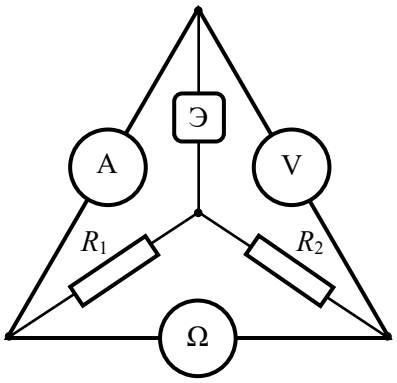
Матрица параметров к вариантам задания 1.

№ варианта	v_1, м/с	t_2, c	v_3, м/с
1	10	2,0	30
2	15	4,0	30
3	12	3,6	30
4	8	2,2	30
5	6	2,8	30

Задание № 2.

Треугольник со звездой

Электрическая цепь, изображённая на рисунке, состоит из идеальных амперметра, вольтметра и омметра, резисторов с сопротивлениями $R_1 = 15$ Ом и $R_2 = 30$ Ом и нелинейного элемента Э. Идеальный омметр представляет собой идеальный источник постоянного напряжения с последовательно соединённым с ним идеальным амперметром. Показания омметра могут быть рассчитаны как отношение напряжения источника питания и силы тока, текущего через него. Вольт-амперная характеристика элемента Э описывается уравнением: $U_э = \alpha I_э^2$, где $I_э -$ сила тока через элемент, а $U_э -$ напряжение на нём; $\alpha = 3 \cdot 10^3$ Ом/А. Показания амперметра $I_A = 10$ мА.



Вопрос 1. Найдите показания U_V вольтметра. Ответ выразите в вольтах и округлите до десятых долей.

Вопрос 2. Найдите показания R_Ω омметра. Ответ выразите в омах и округлите до целого числа.

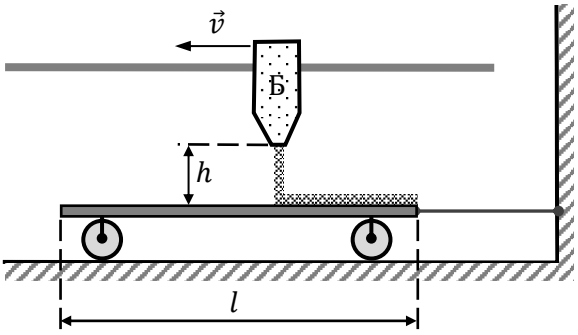
Вопрос 3. Какая тепловая мощность $P_э$ выделяется на нелинейном элементе? Ответ выразите в милливаттах и округлите до целого числа.

Матрица параметров к вариантам задания 2.

№ варианта	R_1, Ом	R_2, Ом	α, 10^3 Ом/А	I_A, мА
1	15	30	3	10
2	20	40	3	20
3	10	30	3	30
4	30	50	3	50
5	20	10	3	60

Задание № 3.

Тележка с песком



Пустую тележку массой $m = 0{,}5$ т и длиной $l = 6$ м, находящуюся на горизонтальных рельсах, загружают песком, высыпающимся из бункера Б с постоянным массовым расходом μ. Бункер перемещается над тележкой в горизонтальном направлении с постоянной скоростью $v = 23$ см/с, его горловина находится на высоте $h = 20$ см над поверхностью тележки (см. рис.). По окончании процесса погрузки масса песка на тележке оказывается равной массе тележки m, при этом песок равномерно заполняет всю длину тележки. В течение всей погрузки тележка удерживается в покое горизонтальной нерастяжимой лёгкой верёвкой, один конец которой привязан к тележке, а другой – к стене. Скоростью песчинок относительно бункера в момент покидания бункера можно пренебречь. Попав на тележку, песок относительно неё тут же перестаёт двигаться. Трением качения колёс о рельсы, а также трением в осях колёс можно пренебречь. Ускорение свободного падения примите равным $g = 10$ м/с^2.

Вопрос 1. За какой промежуток времени t происходит загрузка песка на тележку? Ответ выразите в секундах с округлением до целого числа.

Вопрос 2. С каким массовым расходом μ песок высыпается из бункера? Ответ выразите в кг/с с округлением до целого числа.

Вопрос 3. Чему равна сила натяжения F верёвки, удерживающей тележку, во время погрузки? Ответ выразите в ньютонах с округлением до десятых долей.

Вопрос 4. Какая тепловая мощность q выделяется на тележке с песком во время погрузки? Ответ выразите в ваттах с округлением до десятых долей. Высотой насыпанного на тележку слоя песка можно пренебречь.

Вопрос 5. Определите мгновенную скорость v_c центра масс тележки с погруженным на неё песком в момент, когда бункер находится над серединой тележки. Ответ выразите в см/с с округлением до сотых долей. Считайте, что центр масс пустой тележки равноудалён от её концов. При расчётах помните, что масса тележки с песком при погрузке постоянно изменяется.

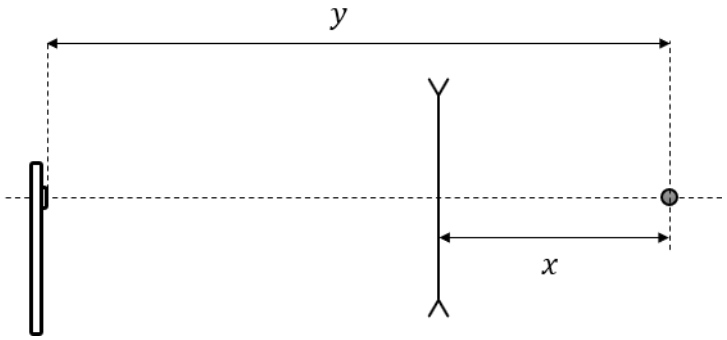
Матрица параметров к вариантам задания 3.

№ варианта	h, см	v, см/с
1	20	23
2	19	29
3	18	26
4	17	31
5	16	32

Задание № 4.

Размер шарика

Шарик диаметром $d = 3$ мм фотографируют на смартфон с расстояния $y = 15$ см (см. рис.). Прямая, проходящая через центры шарика и камеры смартфона, перпендикулярна смартфону. Изображение шарика на экране смартфона имеет диаметр $D = 12$ мм. Между смартфоном и шариком на расстоянии $x = 9$ см от шарика располагают тонкую рассеивающую линзу с модулем фокусного расстояния $F = 18$ см. Центры шарика и камеры смартфона попадают на главную оптическую ось линзы.



Вопрос 1. На каком расстоянии b от смартфона будет находиться изображение шарика в рассеивающей линзе? Дайте ответ в сантиметрах с округлением до десятых долей.

Вопрос 2. Каким будет вертикальный размер изображения шарика d' в рассеивающей линзе? Дайте ответ в миллиметрах с округлением до десятых долей.

Вопрос 3. Каким будет диаметр изображения шарика D' на экране смартфона в этом случае? Дайте ответ в миллиметрах с округлением до десятых долей. Считайте, что настройки камеры до и после установки линзы одинаковые, а изображения в обоих случаях достаточно хорошо сфокусированы.

Вопрос 4. Каким будет диаметр изображения шарика D'' на экране смартфона, если линзу придвинуть вплотную к шарику, при этом не меняя положения шарика и смартфона? Дайте ответ в миллиметрах с округлением до десятых долей.

Матрица параметров к вариантам задания 4.

№ варианта	d, мм	D, мм	y, см	x, см	F, см
1	3	12	15	9	18
2	6	24	10	6	12
3	5	25	6	5	20
4	6	9	14	12	6
5	6	36	7	6	30

Задание № 5.

3D-печать

3D-принтер печатает деталь пластиковым прутком диаметром $d = 2{,}0$ мм. Пруток поступает в печатающую головку при температуре $T_0 = 20\ °\text{C}$ со скоростью $v = 6$ мм/с. В головке пластик нагревается до температуры плавления $T_{\text{пл}} = 220\ °\text{C}$ и полностью плавится. Плотность пластика равна $\rho = 1200$ кг/м^3, его удельная теплоёмкость одинакова в твёрдом и жидком состояниях и равна $c = 1800$ Дж/(кг · °C), а удельная теплота плавления равна $\lambda = 80$ кДж/кг. Независимо от скорости подачи пластика печатающая головка теряет в окружающую среду $N = 10$ Вт тепловой мощности.

Вопрос 1. Какова электрическая мощность нагревателя печатающей головки $P_{\text{г}}$ при указанной скорости подачи пластика? Ответ выразите в ваттах и округлите до десятых долей.

Стол принтера, на которую печатающая головка наносит расплавленный пластик слой за слоем, поддерживается при постоянной температуре $T_{\text{ст}} = 60\ °\text{C}$. В отсутствие пластика на столе для поддержания этой температуры нагреватель стола потребляет электрическую мощность $P_{\text{с0}} = 25$ Вт. Считайте, что весь поступивший на стол пластик полностью затвердевает, охлаждается до температуры стола и передаёт всю выделившуюся теплоту столу. Система управления может уменьшать мощность нагревателя стола вплоть до нуля.

Вопрос 2. Какую электрическую мощность $P_{\text{с}}$ должен потреблять нагреватель стола во время печати при указанной скорости подачи? Ответ выразите в ваттах и округлите до десятых долей.

Объём готовой детали составил $V = 90$ см^3.

Вопрос 3. Какую суммарную электрическую энергию W израсходовали нагреватели головки и стола за время печати детали при указанной скорости подачи v? Ответ выразите в килоджоулях и округлите до целого числа.

Максимальная электрическая мощность нагревателя головки равна $P_{\text{г макс}} = 35$ Вт.

Вопрос 4. Какова наибольшая допустимая скорость $v_{\max}$ подачи прутка, при которой и головка, и стол могут сохранять заданные температуры? Ответ выразите в миллиметрах в секунду и округлите до целого числа.

Матрица параметров к вариантам задания 5.

№ варианта	d, мм	v, мм/с	N, Вт	$P_{\text{с0}}$, Вт	$P_{\text{г макс}}$, Вт
1	2,0	6	10	25	35
2	0,4	40	15	10	20
3	0,4	30	18	12	24
4	1,2	12	10	30	40
5	0,8	20	12	28	30