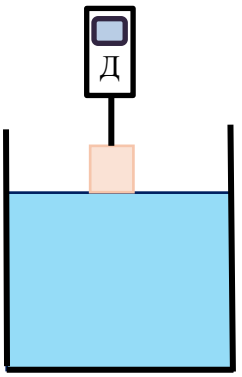
ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ФИЗИКА. 2026–2027 уч. г.
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП. 8 КЛАСС

Максимальный балл за работу – 50 баллов.

Задание № 1.

Изучение пемзы



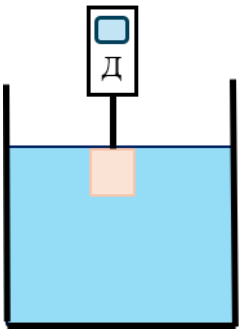
Юный экспериментатор Влад решил исследовать свойства пемзы. Пемза – пористая вулканическая горная порода, образующаяся при быстром застывании насыщенной газами лавы, поэтому внутри пемзы имеется большое количество воздушных пор.

Для проведения эксперимента Влад взял два одинаковых кубика пемзы, электронный динамометр, секундомер и большую ёмкость с водой.

Сначала Влад подвесил кубик пемзы на динамометре так, чтобы нижняя грань кубика касалась поверхности воды. Вода постепенно заполняла поры пемзы, поднимаясь по ним под действием капиллярных эффектов, из-за чего показания динамометра изменялись. Влад поддерживал уровень воды в сосуде на высоте нижней грани кубика, при необходимости доливая воду в сосуд. В таблице ниже представлены снятые Владом показания динамометра F в определённые моменты времени t (значение $t = 0$ соответствует моменту касания кубика воды):

F, Н	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	…	13,5
t, с	0	25	100	225	400	…	5625

После последнего измерения показания динамометра перестали изменяться, так как все поры по всему объёму пемзы заполнились водой.



Затем Влад взял второй сухой кубик пемзы и быстро погрузил его в воду. В начальный момент времени, пока вода ещё не успела начать заполнение пор в кубике, Владу приходилось давить на кубик с вертикальной силой $F_0 = 4$ Н для того, чтобы он был полностью погружён в воду. Плотность воды равна 1000 кг/м^3. Ускорение свободного падения примите равным $g = 10$ Н/кг.

Вопрос 1. Чему равен объём V кубика пемзы? Ответ дайте в $см^3$, округлив до целого числа.

Вопрос 2. Чему равна плотность материала $\rho_{мат}$, из которого состоят стенки пор пемзы, то есть плотность вещества без учёта пустот? Ответ дайте в г/$см^3$, округлив до десятых.

Вопрос 3. Предположим, что зависимость силы от времени в первом опыте на начальном этапе, когда показания динамометра менялись, можно описать функцией $F = F_н + \sqrt{(t/\alpha)}$, где $F_н$ и α – некоторые константы. На какую долю своего объёма погрузится в воду кубик пемзы из первого опыта, если отсоединить его от динамометра через $t_x = 13$ минут после начала измерений? Ответ округлите до сотых.

Матрица параметров к вариантам задания 1.

№ варианта	F_0, Н	t_x, мин
1	4	13
2	3,5	10
3	4,5	12
4	3,8	11
5	4,2	10

Задание № 2.

Два товарища

Двое друзей, Миша и Коля, стояли рядом и горячо спорили, а их робот-компаньон – пёс по кличке Персик – внимательно слушал. В какой-то момент спор перерос в ссору, и товарищи разошлись в противоположные стороны, двигаясь прямолинейно и равномерно. Персик, запрограммированный на нейтралитет, решил всё время оставаться точно посередине между Мишей и Колей. Для этого ему пришлось направиться в сторону Миши с некоторой постоянной скоростью.

Известно, что за время $t_0 = 5$ минут Персик прошёл путь $S_п = 300$ м, а к концу этого времени расстояние между Мишей и Колей составило $L = 900$ м.

Вопрос 1. С какой скоростью двигался Миша $v_{М0}$? Ответ дайте в м/с, округлите до десятых.

Вопрос 2. С какой скоростью двигался Коля $v_К$? Ответ дайте в м/с, округлите до десятых.

Спустя время t_0 после начала ссоры Миша задумался о перемирии и начал плавно изменять свою скорость по закону:

$$v_{\text{М}}(t) = v_{\text{М0}} - 0{,}1 \cdot t,$$

где t – время в секундах, прошедшее с момента начала изменения скорости Миши, $v_{\text{М0}}$ – скорость Миши, найденная в четвёртом (по сквозной нумерации) вопросе (в м/с).

Коля продолжил двигаться с прежней постоянной скоростью. Персик по-прежнему оставался ровно посередине между друзьями.

Вопрос 3. Через какое время после начала изменения скорости Миши скорость Персика станет равной нулю? Ответ выразите в секундах и округлите до целого числа.

Вопрос 4. Какое расстояние пройдёт Персик к этому моменту времени от момента начала движения? Ответ выразите в метрах и округлите до целого числа.

Матрица параметров к вариантам задания 2.

№ варианта	t_0**, мин**	S**п, м**	L**, м**
1	5	300	900
2	6	400	1000
3	7	500	1500
4	8	550	1400
5	10	600	1500

Задание № 3.

Сыпучие материалы

Объём кузова самосвала КАМАЗ составляет $V = 10$ м^3. Если загрузить кузов крупными камнями ровно доверху, масса груза будет равна $m_{\text{к}} = 16$ тонн. Если загрузить кузов сухим песком ровно доверху, масса груза будет равна $m_{\text{п}} = 15$ тонн. Находчивый инженер загрузил кузов камнями доверху, а затем засыпал сухой песок во все пустоты между камнями так, что кузов был снова заполнен доверху. В результате общая масса груза составила $M = 22$ тонны. Известно, что плотность твёрдого вещества у камней и у песчинок одинаковая.

Вопрос 1. Чему равняется насыпная плотность $\rho_{\text{нас}}$ песка? Насыпная плотность – это физическая характеристика сыпучих материалов, которая показывает массу единицы объёма материала в свободно насыпанном состоянии, то есть с учётом не только объёма самих частиц, но и пустот между ними. Ответ дайте в кг/м^3, округлив до целого числа.

Вопрос 2. Чему равна плотность вещества камней (и песчинок) ρ? Ответ дайте в кг/м^3, округлив до целого числа.

Вопрос 3. Чему равен объём воздушных полостей (пор) v в одном кубическом метре сухого песка? Ответ дайте в м^3, округлив до сотых.

Вопрос 4. Если вместо сухого песка засыпать между камнями мокрый песок, то есть песок, все поры которого полностью заполнены водой, то какова будет общая масса $M_м$ груза в кузове? Ответ дайте в тоннах, округлив до десятых. Плотность воды равна 1000 кг/м^3.

Матрица параметров к вариантам задания 3.

№ варианта	V, м³	$m_к$, т	$m_п$, т	M, т
1	10	16	15	22
2	12	10	20	24
3	15	15	20	27
4	16	16	22	30
5	20	19	25	33

Задание № 4.

Зачем надо было греть?

Дачник Савелий решил заварить чай в самоваре объёмом $V = 5$ л. Начальная температура воды в самоваре $t_х = 20$ °C. Для нагрева воды дачник использует древесный уголь с удельной теплотой сгорания $q = 30$ МДж/кг. КПД самовара (доля тепла, идущая на нагревание воды) составляет $\eta = 40\ \% = 0{,}4$. Плотность воды и чая равна $\rho = 1000$ кг/м³, их удельная теплоёмкость $c = 4200$ Дж/(кг·°C). Теплообменом с окружающей средой в процессе нагрева можно пренебречь.

Вопрос 1. Определите массу угля $m_{уг}$, которую необходимо сжечь, чтобы довести воду в самоваре до температуры кипения $t_1 = 100$ °C. Ответ дайте в граммах, округлив до целого числа.

Вопрос 2. После закипания воды дачник налил в кружку кипяток объёмом $V_1 = 0{,}3$ л, но вода оказалась слишком горячей. Он добавил в кружку холодную воду из колодца объёмом $V_2 = 0{,}1$ л с температурой $t_х$. Найдите температуру полученной смеси $t_{см}$. Ответ дайте в градусах Цельсия, округлив до десятых. Теплообменом воды с кружкой и окружающим воздухом можно пренебречь.

Вопрос 3. Смесь всё ещё оказалась слишком горячей, и дачник вылил содержимое кружки. Он подождал, пока самовар остынет до температуры $t_2 = 80$ °C. Дачник хотел получить в кружке $m_{ит} = 0{,}2$ кг воды с температурой $t_{цель} = 55$ °C, смешивая горячую воду из самовара и холодную воду из колодца. Найдите массу горячей воды $m_{гор}$, которую необходимо налить в кружку из самовара. Ответ дайте в граммах, округлив до целого числа.

Савелий решил, что, если охлаждать горячую воду из самовара холодной водой, чай получается слишком разбавленным, поэтому он решил использовать для охлаждения кубики льда массой $m_{\text{куб}} = 10$ г каждый. Лёд имеет температуру $t_{\text{л}} = 0$ °C, удельная теплота плавления льда $\lambda = 334$ кДж/кг. Дачник налил $m_0 = 0{,}2$ кг горячей воды в пустую кружку из самовара при температуре t_2 и захотел охладить эту воду до температуры ниже, чем $t_{\text{цель}}$. Он действовал следующим образом:

1) брал один кубик льда массой $m_{\text{куб}}$ и бросал его в кружку с водой;
2) дожидался, пока кубик полностью растает и установится тепловое равновесие;
3) отливал из кружки воду массой $m_{\text{куб}}$ (чтобы освободить место для следующего кубика);
4) повторял шаги 1–3 до тех пор, пока температура воды в кружке не стала ниже $t_{\text{цель}}$.

Вопрос 4. Определите, сколько кубиков льда потребуется дачнику, чтобы температура воды в кружке стала ниже $t_{\text{цель}}$. В ответе укажите минимальное необходимое количество кубиков.

Вопрос 5. Найдите конечную температуру $t_{\text{кон}}$ после последнего добавленного кубика. Значение температуры дайте в градусах Цельсия, округлив до десятых.

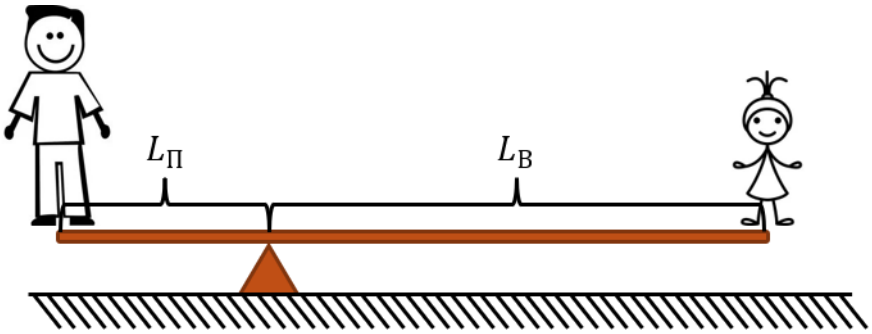
Матрица параметров к вариантам задания 4.

№ варианта	V, л	V_1, л	V_2, л	t_x, °C	t_2, °C	m_0, кг	$m_{\text{ит}}$, кг
1	5	0,3	0,1	20	80	0,2	0,2
2	6	0,25	0,1	19	90	0,15	0,15
3	7	0,2	0,05	18	82	0,25	0,25
4	8	0,35	0,15	17	75	0,3	0,3
5	9	0,3	0,15	16	70	0,3	0,3

Задание № 5.

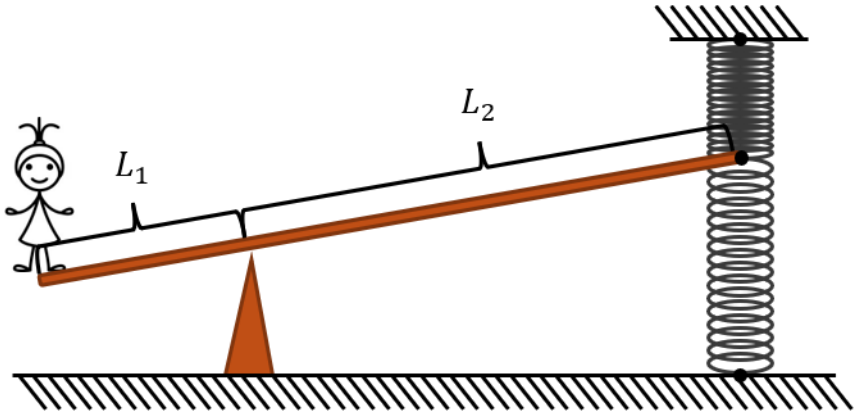
Необычные качели

Василиса с папой пришли в парк с необычными качелями и решили на них покататься. Первые качели представляют собой лёгкую доску на опоре, причём доска может перемещаться относительно опоры. Василиса и папа сели на разные концы доски. Оказалось, что для равновесного горизонтального положения длина участка доски со стороны Василисы должна была быть $L_В = 120$ см, а со стороны папы $L_П = 50$ см.



Вопрос 1. Определите, во сколько раз масса папы больше массы Василисы. Ответ дайте с точностью до сотых.

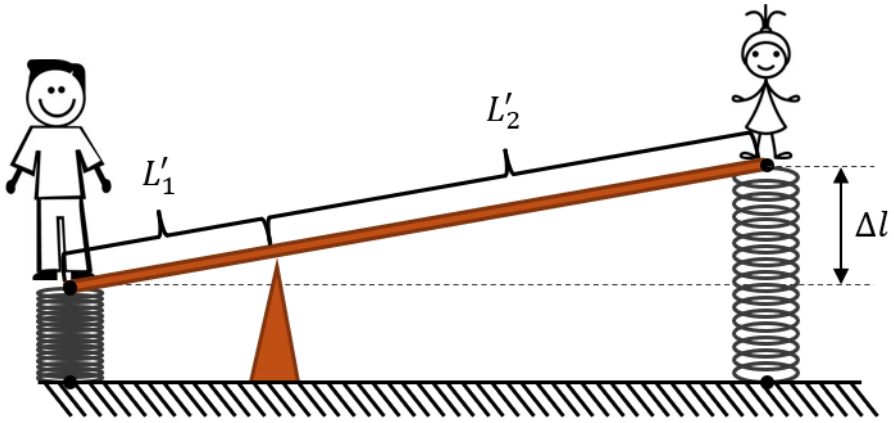
Следующие качели представляют собой лёгкую доску на опоре, к одному концу доски прикреплены две одинаковые пружины жёсткостью $k = 3$ кН/м каждая (см. рис.). В свободном состоянии доска горизонтальна, а пружины не деформированы. На второй конец доски села Василиса, при этом пружины деформировались на $\Delta L = 5$ см каждая. Длины L_1 и L_2 на рисунке равны 50 см и 70 см соответственно. Можно считать, что пружины в процессе качания остаются вертикальными. Ускорение свободного падения примите равным $g = 10$ Н/кг.



Вопрос 2. Определите массу Василисы $m_В$. Ответ дайте в килограммах, округлите до целого числа.

Вопрос 3. Определите массу папы Василисы $m_П$. Ответ дайте в килограммах, округлите до целого числа.

Третьи качели – это закреплённая на опоре лёгкая планка, к краям которой прикреплены две одинаковые пружины (см. рис.). В свободном состоянии доска горизонтальна, а пружины не деформированы, в процессе качания пружины остаются вертикальными. Расстояния L'_1 и L'_2 **неизвестны**. Оказалось, что если папа сядет на левый конец качелей, а Василиса на правый, то расстояние между ними по вертикали составит $\Delta l = 30$ см. При этом, если они поменяются местами, папа снова окажется ниже, а расстояние между ними по вертикали будет таким же.



Вопрос 4. Определите, чему равен коэффициент жёсткости k_x пружин этих качелей. Ответ дайте в Н/м, округлите до целого числа.

Матрица параметров к вариантам задания 5.

№ варианта	$L_В$, см	$L_П$, см	k,кН/м	ΔL, см	L_1, см	L_2, см	Δl, см
1	120	50	3	5	50	70	30
2	100	60	4	6	30	30	25
3	110	50	3,5	7	35	25	30
4	105	60	4	8	40	30	40
5	125	50	3	4	45	70	40