

7 класс

Задача 1. Туда и обратно

Экспериментатор Глюк получил приглашение выступить с докладом на научной конференции в сибирском городе N. Он вылетел из Москвы в 9:00 по московскому времени и приземлился в городе N в 16:00 по местному времени. Через несколько дней, обсудив с коллегами вопросы взаимосвязи пространства и времени, экспериментатор Глюк отправился домой. Он вылетел из города N в 13:00 по местному времени и приземлился в Москве в 14:00 по московскому времени. Оба рейса выполнял один и тот же самолёт. Ветра не было. Как долго удавалось Глюку поспать в самолёте в каждом из этих двух рейсов, если он засыпал при взлёте самолёта и просыпался при его посадке?

Задача 2. А в попугаях длиннее!

На острове Бананас пользуются четырьмя единицами измерения длины: попугаями, мартышками, слонятами и удавами. Известно, что в 1 удаве 38 попугаев, одна мартышка равна 0,4 слонёнка, а 2 удава составляют 10 мартышек. Определите, что длиннее: 58 попугаев или 3 слонёнка?

Задача 3. Куб с крышкой

Сосуд представляет собой куб, стенки и крышка которого имеют одинаковую толщину (рис. 1). Масса сосуда составляет $m = 390$ г, а длина его внешнего ребра $a = 10$ см. Также известно, что плотность материала, из которого вырезан куб, равна $\rho = 800$ кг/м³. Определите вместимость V такого сосуда.

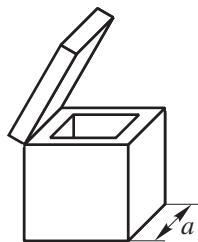


Рис. 1

Задача 4. Пилорама

Для определения качества древесины были экспериментально определены массы досок различной длины. Их ширина равнялась $a = 20$ см, толщина $b = 3$ см. Зависимость массы досок m от их длины L представлена в таблице 1. Постройте график этой зависимости и по нему найдите массу доски длиной 1 м и плотность древесины.

Таблица 1

L , м	m , кг
0,8	3,4
1,1	4,6
1,6	6,7
2,2	9,3

8 класс

Задача 1. Кубик

Кубик, изготовленный из листов алюминия толщиной $h = 6,2$ мм, установлен на горизонтальной плоскости. Какое давление p он оказывает на эту плоскость? Плотность алюминия $\rho = 2,7 \cdot 10^3$ кг/м³. Ускорение свободного падения $g = 10$ Н/кг.

Задача 2. «Растяжка»

На железной дороге для натяжения контактного провода используют систему блоков с грузом (рис. 2). Найдите это натяжение T , если масса груза $M = 60$ кг, а массой блоков и тросов можно пренебречь.

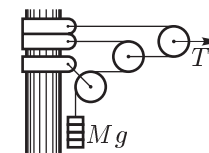


Рис. 2

Задача 3. О Фаренгейте

В 1724 году немецкий учёный Габриель Фаренгейт предложил шкалу для измерения температур. Эта шкала линейная, так же как шкала Цельсия (это значит, что постоянно отношение разности показаний шкалы Фаренгейта к разности показаний шкалы Цельсия при любом изменении температуры). За ноль Фаренгейт принял температуру замерзания смеси льда и соли, взятых в равных количествах, которая составляет примерно $-17,8$ °C (ещё Фаренгейт ошибочно полагал, что температура на Земле не опускается ниже нуля его шкалы).

За 100 градусов своей шкалы Фаренгейт принял температуру тела человека (по одной из версий Фаренгейт измерял температуру своей жены, которая в тот момент была больна и лежала с температурой $37,8$ °C).

Определите закон преобразования градусов Фаренгейта в градусы Цельсия и обратно, а также температуры замерзания и испарения воды по шкале Фаренгейта.

Задача 4. Неудачный день

Экспериментатор Глюк проводил опыты с двумя жидкостями. Он по очереди наливал их в один и тот же цилиндрический сосуд с площадью внутреннего сечения $S = 34$ см², записывал в таблицу высоту h уровня налитой жидкости и массу сосуда вместе с содержимым. Приступая к обработке результатов, он случайно пролил жидкость из стакана на таблицу (табл. 2).

Таблица 2

h , см	m_1 , г	m_2 , г
2,0	288	
3,0	318	
7,0	435	
9,0	493	
10,0	522	689

Используя сохранившиеся данные, восстановите графики $m_1(h)$ и $m_2(h)$ и помогите Глюку найти массу M пустого сосуда и плотности ρ_1 и ρ_2 обеих жидкостей.

9 класс

Задача 1. Обстрел с двух сторон

Кот Леопольд поливал цветы на своём балконе. Два озорных мышонка решили атаковать его с двух сторон: сверху и снизу. Для этого один из них забрался на пенёк, торчащий под балконом, а другой — на крышу. Нижний мышонok подметил, что его друг находится в $\alpha = 7$ раз выше кота. Мышата одновременно бросили в Леопольда по камню со скоростью $v = 7$ м/с и через некоторое время камни столкнулись прямо напротив кота. Каким было расстояние H между мышами?

Задача 2. Минимальное усилие

Два ящика покоятся на горизонтальной поверхности. Чтобы преодолеть трение и сдвинуть с места левый ящик, к нему необходимо приложить горизонтальную силу $F_1 > 13$ Н. Чтобы сдвинуть правый ящик, требуется усилие $F_2 > 7$ Н. Ящики соединили лёгким тросом, переброшенным через блоки (рис. 4) Какую минимальную силу F нужно приложить к концу троса, чтобы расстояние между ящиками начало уменьшаться?

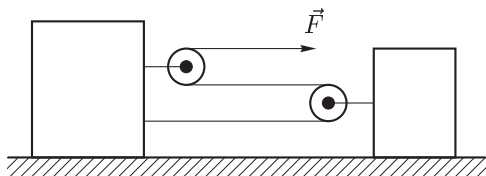


Рис. 4

Задача 3. Предохранители

Имеются два плавких предохранителя. Для первого максимальная сила тока $I_{\max 1} = 1,2$ А, для второго $I_{\max 2} = 1,0$ А. Сопротивление первого предохранителя $R_1 = 0,05$ Ом, второго $R_2 = 0,08$ Ом. Какова максимальная сила тока, протекающего через параллельно соединённые предохранители 1 и 2?

Продолжение условий смотри на обороте.

Задача 4. «Жёсткая» ракета

В топливных баках современных ракет с ЖРД (жидкостными реактивными двигателями) давление газа над поверхностью топлива несколько больше атмосферного для придания дополнительной жёсткости конструкции бака (так называемый наддув, давление газов над поверхностью топлива). Например, топливный бак ракеты Atlas, США, без наддува самопроизвольно сминается под действием силы тяжести вследствие малой толщины стенок.

Для контроля состояния топлива вдоль стенок бака изнутри установлены миниатюрные датчики давления. Датчики являются дифференциальными, то есть измеряют разность давлений вне и внутри бака. Эта разность измеряется в пределах 0–50 кПа с погрешностью 200 Па + 0,5% от измеряемой величины.

Пусть бак с топливом установлен вертикально. Давление воздуха снаружи равно $p_{\text{атм}} = (101 \pm 1)$ кПа. В таблице 3 приведены показания датчиков, снятые во время стоянки ракеты, в зависимости от номера n датчика и глубины h его погружения в топливо. Над поверхностью топлива есть небольшая область, заполненная азотом, смешанным с парами топлива. Все датчики находятся ниже уровня топлива.

По данным таблицы 3 постройте график зависимости показаний датчика p от глубины h его погружения. Не забудьте указать на погрешности Δp измерений. На основе графика определите плотность ρ топлива и величину наддува $p_{\text{над}}$.

Таблица 3

n	h , см	p , кПа
1	20	7,7
2	60	10,9
3	100	14,2
4	140	17,3
5	180	20,6
6	220	23,9
7	260	27,0
8	300	30,3
9	340	33,5
10	380	36,3

10 класс

Задача 1. Фейерверк

Заряд фейерверка взрывается в верхней точке траектории (рис. 5). В момент взрыва образуются два осколка, разлетающиеся в горизонтальном направлении в противоположные стороны со скоростями $v_1 = 8$ м/с и $v_2 = 18$ м/с. Найдите расстояние l между новыми вспышками фейерверка, если известно, что к этому моменту времени скорости осколков взаимно перпендикулярны. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

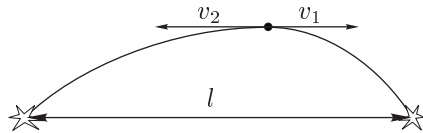


Рис. 5

Задача 2. Натяжение контактного провода

На железной дороге для натяжения контактного провода используют систему блоков с грузом (рис. 6).

Блоки 1 и 2 крепятся на жёстком стержне, шарнирно закреплённом в точке O . Подвижный блок закреплён в рамке, к левому концу которой прикреплен растягивающий трос, а к правому — контактный провод. Найдите натяжение T этого провода, если масса груза $M = 60$ кг, а массой блоков и троса можно пренебречь. Какой угол составляет жёсткий стержень с горизонтом?

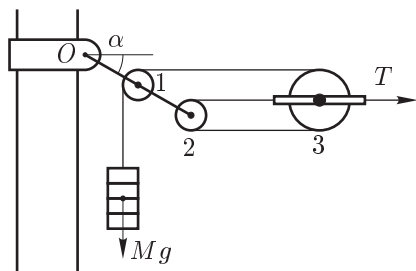


Рис. 6

Задача 3. Поплавки

Два поплавка, имеющих форму круговых конусов, сделаны из одного материала и имеют массы $M = 27$ г и $m = 7$ г, соответственно. В поплавках вдоль оси симметрии просверлено тонкое сквозное отверстие.

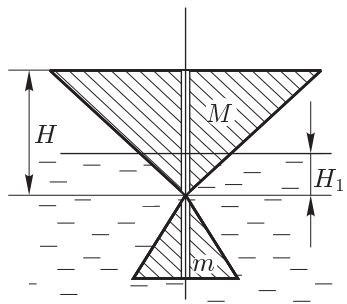


Рис. 7

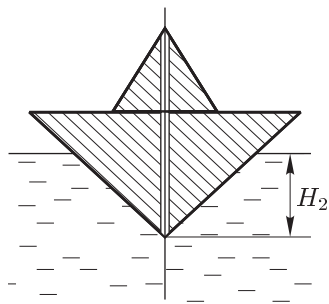


Рис. 8

С этими поплавками провели два опыта. Оба раза их надели на гладкую жёсткую вертикальную ось и погрузили в некоторую жидкость. В первом эксперименте (рис. 7) снизу находился маленький поплавок, и сверху — большой, а во втором (рис. 8) — наоборот. В каждом из опытов измерялась глубина погружения большого поплавка, и в первом случае она составила $H_1 = 1$ см, а во втором — $H_2 = 2$ см.

Определите высоту H большого поплавка.

Задача 4. Электрическая цепь

В электрической цепи (рис. 9) $R = 10$ Ом, $U = 1,5$ В. Найдите силу тока I_A , протекающего через амперметр.

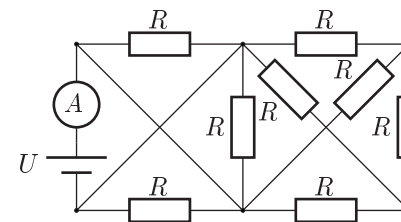


Рис. 9

Задача 5. Куб с крышкой

Сосуд представляет собой куб, стенки и крышка которого имеют одинаковую толщину (рис. 10). Длина a внешнего ребра сосуда составляет 10 см. Сосуд поочерёдно заполнялся веществами с известными плотностями ρ_i ($i = 1, 2, \dots, 6$) и производилось измерение его веса P с помощью динамометра с ценой деления 1 Н. Плотность веществ-наполнителей известна с точностью 5%. Результаты эксперимента представлены в таблице 4. Для каждого опыта указаны значения, между которыми находилась стрелка динамометра в процессе измерения.

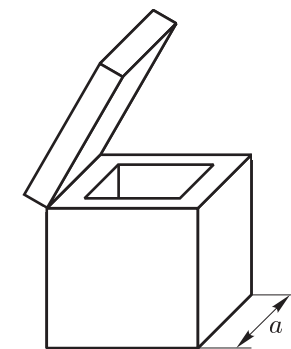


Рис. 10

Путём обработки приведённых экспериментальных данных найдите плотность материала, из которого изготовлен сосуд, и толщину его стенок. Оцените погрешность полученных результатов.

Таблица 4

№	1	2	3	4	5	6
ρ_i , кг/м ³	300	750	900	1200	1650	2100
P , Н	15–16	18–19	19–20	20–21	23–24	26–27

11 класс

Задача 1. Кот в сапогах

Когда у кота не было сапог, он мог запрыгнуть на холодильник высотой $H = 1,5$ м. Коту подарили золотые сапожки. На холодильник какой высоты h сможет он запрыгнуть в сапогах, если их масса составляет $\alpha = 1/6$ часть от его собственной.

Примечание. При прыжке кот отталкивается только задними лапами. Считайте, что при обоих прыжках зависимость силы толчка кота от времени одинакова.

Задача 2. Стержень

Лестница массой M опирается на абсолютно гладкий пол и шероховатую стенку (рис. 11). Коэффициент трения между лестницей и поверхностью стенки равен $\mu = 1/\sqrt{3}$. К середине лестницы привязан трос, второй конец которого закреплён в углу. Трос натянут с силой $T = Mg$. Определите, при каких углах α между тросом и полом система может находиться в равновесии.

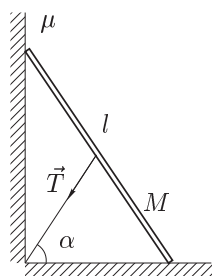


Рис. 11

Задача 3. Что за газ?

В лаборатории стояли три баллона: первый с гелием, второй с кислородом и третий с метаном. Один из баллонов взяли для экспериментальных исследований (рис. 12). При переводе газа из состояния (1) в состояние (2) к нему подвели количество теплоты $Q_{12} = 8$ Дж, а при переводе из состояния (1) в состояние (3), соответственно, $Q_{13} = 7$ Дж. Какой газ подвергался расширению? Известно, что температура газа в состояниях (2) и (3) одинакова.

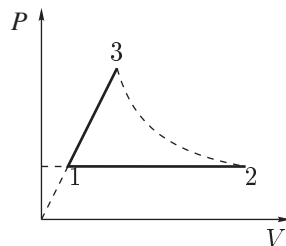


Рис. 12

Задача 4. Электрофорная машина

Когда к шарикам электрофорной машины притёк заряд q_1 , между ними произошёл пробой. К шарикам подключают конденсатор ёмкостью C . Теперь пробой происходит, когда к шарикам притекает заряд q_2 . Определите ёмкость шариков C_0 .

Продолжение условий смотри на обороте.

Задача 5. Точка Кюри

В 1895 году французский физик Пьер Кюри обнаружил переход металла из намагниченного (ферромагнитного) состояния в немагнитное (парамагнитное). Он установил, что для любого ферромагнитного материала (ферромагнетика) существует температура (позднее её назвали точкой Кюри), при которой происходит распад или возникновение упорядоченного состояния. Этот распад сопровождается изменением ряда физических свойств ферромагнетика: теплоёмкости, теплопроводности, электропроводности и так далее. Поэтому, нагревая ферромагнетик и наблюдая за изменением его физических свойств, можно определить точку Кюри для заданного ферромагнитного материала.

На рисунке 13 приведена схема цепи, собранной для измерения зависимости сопротивления R никелевой проволоки от температуры. Внешнее напряжение U_0 не стабилизировано. Балластное сопротивление всегда постоянно $R_6 = 2$ Ом. В таблицу 5 занесены значения напряжений U_6 на балластном резисторе в зависимости от температуры и U_0 на источнике тока. Исследуйте, как зависит сопротивление никелевой проволоки от её температуры. По полученным данным определите точку Кюри для никеля.

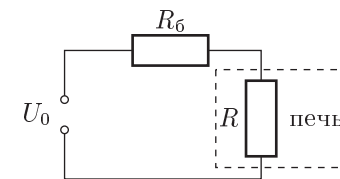


Рис. 13

Таблица 5

$t, ^\circ\text{C}$	260	300	320	340	360
$U_0, \text{В}$	3,300	3,280	3,150	3,330	3,100
$U_6, \text{В}$	2,980	2,918	2,780	2,920	2,702
$t, ^\circ\text{C}$	380	400	440	480	500
$U_0, \text{В}$	3,140	3,220	3,300	3,400	3,380
$U_6, \text{В}$	2,730	2,790	2,847	2,920	2,895