

**7 класс**

**Задача 1. Неизвестный червячок (3,26)**

Зоолог Бот, находясь в экспедиции, сделал фотографию ранее неизвестного науке червячка. Разбирая дома материалы экспедиции, Бот случайно пролил кофе на фотографию (Рис. 1). В результате часть важной информации пропала. Определите цену деления шкалы линейки и найдите длину неизвестного науке червячка.

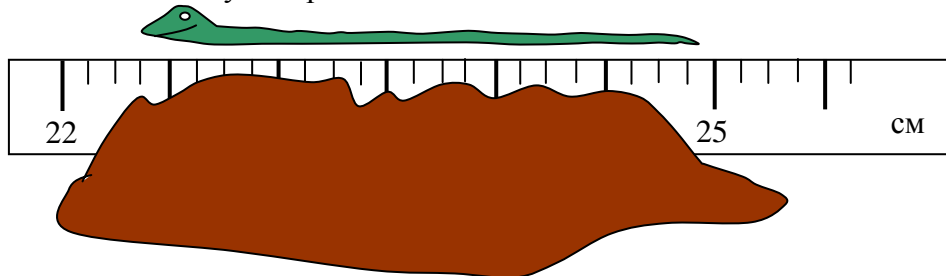


Рис. 1

**Задача 2. Длинная дорога (4,96)**

Первую часть пути машина проехала со скоростью  $2v$ , а вторую часть со скоростью  $6v/7$ . В результате всего движения средняя скорость машины оказалась равна  $v$ . Во сколько раз вторая часть пути длиннее первой?

**Задача 3. Переизподвыпиленный куб (2,41)**

Симметричное тело, представляет собой куб, из каждого угла которого выпилили маленький кубик со стороной равной одной трети стороны большого куба (Рис. 2). Масса всего тела  $M = 38$  кг, сторона маленького кубика  $a = 10$  см. Определите плотность  $\rho$  материала, из которого сделано тело и массу  $m$  маленького выпиленного кубика.

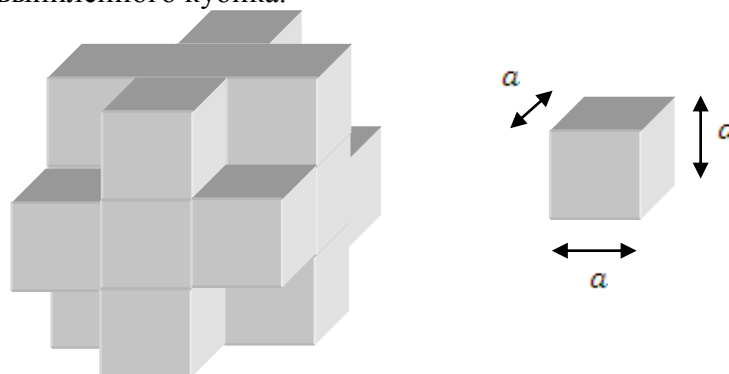


Рис. 2

**Задача 4. Тротуарная плитка (4,51)**

Путешественник катит чемодан на колесиках со скоростью  $v = 4,5$  км/час по дорожке, вымощенной квадратной тротуарной плиткой в направлении перпендикулярном стыкам между плитками. При этом колеса постукивают на стыках с частотой  $n = 5$  Герц (5 стуков в секунду). Чему равен размер  $b$  тротуарной плитки?

**8 класс**

**Задача 1. Успел (4,6)**

Велосипедист выехал из пункта *A* со скоростью  $v = 20$  км/ч. Одновременно ему на встречу из пункта *B* выехал мотоциклист со скоростью  $u$ . Через время  $t = 15$  мин они встретились. Затем мотоциклист доехал до пункта *A*, сразу же развернулся, удвоил скорость и успел в пункт *B* одновременно с велосипедистом. Найдите начальную скорость  $u$  мотоциклиста и расстояние  $s$  между *A* и *B*.

**Задача 2. Поплавки (2,64)**

В стакан с жидкостью имеющей плотность  $\rho_0$  погружены три цилиндрических тела одинакового объема, но разных плотностей  $\rho$ ,  $\rho_1$  и  $\rho_2$ , соединенные системой нитей и блоков (Рис. 1). Система находится в равновесии, если два верхних цилиндра погружены ровно наполовину. Считая известными  $\rho_1$  и  $\rho_2$ , определите  $\rho_0$  и  $\rho$ .

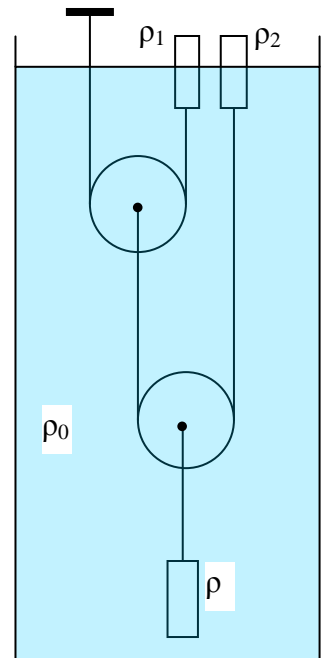


Рис. 3

**Задача 3. Средняя мощность (3,6)**

Бак с водой нагрели сначала на  $\Delta t$  с помощью нагревателя, имеющего мощность  $N_1 = 300$  Вт, а затем ещё на  $2\Delta t$  нагревателем с мощностью  $N_2 = 400$  Вт. На весь нагрев было затрачено время  $\tau$ . Какую мощность  $N$  должен иметь нагреватель, с помощью которого за такое же время  $\tau$  можно нагреть этот бак на  $4\Delta t$ ? Потерями тепла можно пренебречь.

**Задача 4. Творение Микеланджело (2,5)**

Знаменитый скульптор Микеланджело вырубил из мрамора скульптуру «Давида» наблюдая натурщика (Рис. 1). Высота «Давида»  $H = 5,00$  м, рост натурщика  $h = 1,71$  м. Плотность мрамора  $\rho_m = 2,50$  г/см<sup>3</sup>, средняя плотность человеческого тела  $\rho_ч = 1,04$  г/см<sup>3</sup>.

Во сколько раз скульптура «Давида» тяжелее натурщика?



Рис. 2

**9 класс**

**Задача 1. Далеко ли до горизонта? (3,86)**

На море штиль. Отец и сын стоят у самой кромки воды. Расстояние от уровня воды до уровня глаз отца  $H = 167$  см, а до уровня глаз сына  $h = 138$  см. Во сколько раз горизонт виден дальше для отца, чем для сына?

**Задача 2. Бросок с 17 этажа (3,4)**

Экспериментатор Глюк исследовал равноускоренное движение. Для этого он бросал вертикально вверх с балкона 17 этажа камушки. С какой по величине скоростью  $v_0$  он бросил камень, если длина его пути за первые  $t = 3$  с полёта оказалась равной  $l = 25$  м?

Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Сопротивление воздуха не учитывайте.

**Задача 3. Пустой холодильник (5,5)**

Если в холодильнике стоит только одна банка с вареньем, то его компрессор в установившемся режиме включается через каждые  $T_1 = 30$  мин и работает  $\tau_1 = 6$  мин. Если в него поставить 11 банок варенья, то в установившемся режиме он будет включаться каждые  $T_2 = 150$  мин. Как часто будет включаться пустой холодильник? Найдите время работы компрессора  $\tau_2$  когда в холодильнике 11 банок варенья и время работы компрессора  $\tau_3$  когда холодильник пуст.

**Указание:** Регулятор задает температуру внутри холодильника  $t$  в небольшом интервале  $t \pm \Delta t / 2$ . Когда температура внутри становится равной  $t + \Delta t / 2$ , холодильник включается, когда она снижается до  $t - \Delta t / 2$ , холодильник выключается.

Мощность теплообмена холодильника с окружающей средой считайте постоянной.

**Задача 4. Резисторы (2,6)**

На Рис. 1 изображен график зависимости силы тока от напряжения для трех различных резисторах с сопротивлениями  $R_1, R_2, R_3$ .

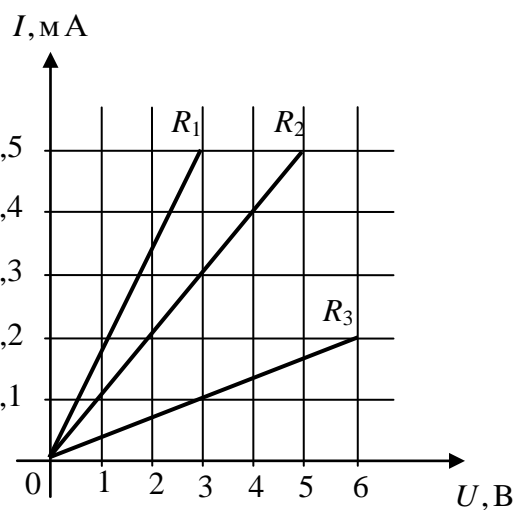
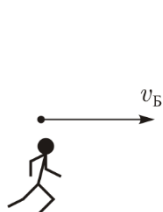


Рис. 4

1. Определите сопротивления  $R_1, R_2$  и  $R_3$  резисторов.
2. Каким образом следует соединить эти три резистора, чтобы получить общее сопротивление  $R = 15$  кОм?
3. Какой из резисторов будет нагреваться больше всего при их подключении к батарейке с напряжением  $U_0$ ? Определите количество тепла, которое выделится на каждом резисторе за время  $t = 1$  час при их подключении к батарейке с напряжением  $U_1 = 4,5$  В.

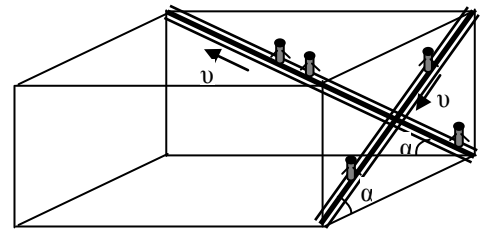
**Задача 5. В погоню за изображением (5,34)**



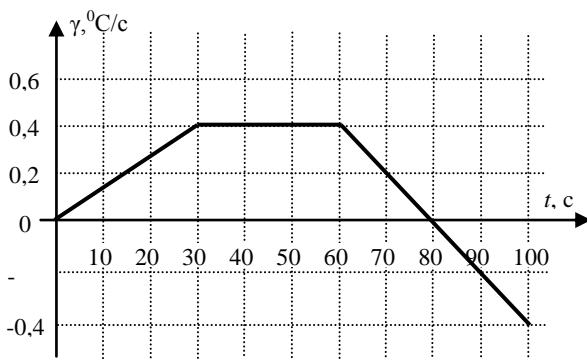
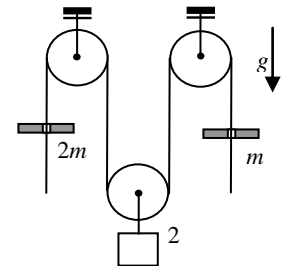
Теоретик Баг бежит строго на юг вдоль галереи со скоростью  $v_Б = 4,5$  м/с в погоню за плоским зеркалом, движущимся в ту же сторону, что и Баг, со скоростью  $v_М = 1,5$  м/с. В какую сторону и с какой скоростью движется изображение Бага?

**10 класс (5,13)**

**1. Атриум.** В крупном торговом центре эскалаторы, работающие на спуск и подъем, установлены в перпендикулярных плоскостях. Скорость движения ленты эскалаторов одинакова и равна  $v = 1$  м/с. Углы наклона эскалаторов к горизонту тоже одинаковы и равны  $\alpha = 30^\circ$ . Определите, с какой скоростью  $v_{\text{отн}}$  движется пассажир, стоящий на одном эскалаторе относительно пассажира, стоящего на другом?



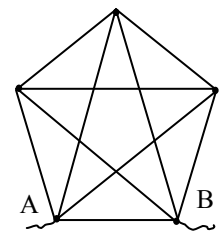
**2. Два кольца. (4,82)** По свисающим концам легкой нерастяжимой нити, перекинутой через систему блоков, скользят кольца, масса которых  $2m$  и  $m$ . Определите ускорения колец, если известно, что подвижный блок с прикрепленным к нему грузом  $2m$  покоится.



**3. Нагрев с охлаждением. (5,88)** В теплоизолированную установку, которая может работать как в режиме нагревателя, так и в режиме холодильника переменной мощности, помещают  $m = 1$  кг воды при температуре  $20^\circ\text{C}$ . Зависимость скорости изменения температуры воды от времени после включения установки приведена на графике.  $c_{\text{воды}} = 4200$  Дж/(кг $^\circ\text{C}$ ). Определите:

- максимальную мощность нагревателя в процессе эксперимента;
- максимальную температуру, до которой нагревалась вода;
- конечную температуру воды;
- количество теплоты, отведенное от воды за время, когда установка работала в режиме холодильника.

**4. Звезда над пентагоном. (3,67)** Вычислите эквивалентное сопротивление  $R_{\text{Э}}$  между узлами А и В проволочной конструкции, изображенной на рисунке. Сопротивление каждого отдельного провода  $R = 0,5$  Ом. Провода соединяются друг с другом только в узлах, отмеченных точками в вершинах внешнего пятиугольника.



**5. Частичное подтекание. (3,33)** Кирпич представляет собой параллелепипед, ребра которого относятся как  $a : b : c = 1 : 2 : 4$ . Плотность кирпича  $\rho_k = 3\rho_o$ , где  $\rho_o = 1000$  кг/м $^3$  – плотность воды. Кирпичная конструкция, изображенная на рисунке, состоит из 4-х кирпичей и находится на дне аквариума, в который налито столько воды, что ее «ноги» полностью погружены в воду, а «крыша» (верхний кирпич) полностью находится вне воды. Нижнее основание правой «ноги» тщательно проклеено герметиком (как показано на рисунке), и поэтому вода не подтекает под правую «ногу». При этом под ногой сохранился воздух, находящийся там при атмосферном давлении. Во все остальные стыки этой конструкции вода затекает. Чему равно отношение давления левой «ноги» на дно аквариума к давлению правой «ноги»? Массой и объемом герметика можно пренебречь.



### 11 класс

#### Задача 1. Подтягивание (4,48)

На горизонтальном стальном листе покоится металлический брусок массой  $m = 1$  кг с прикрепленной к нему изначально не деформированной пружиной. К свободному концу пружины прикладывают горизонтально направленную постепенно увеличивающуюся силу. Через некоторое время брусок начинает медленно перемещаться. Зависимость работы приложенной силы от перемещения точки приложения приведена в таблице.

$x$ , см	0	1	2	3	4	5	6	7
$A$ , мДж	0	22	82	178	319	481	640	800

Определите коэффициент жесткости пружины, перемещение бруска и коэффициент трения бруска о поверхность стола.

#### Задача 2. Реактивная горка (2,15)

Массивная гладкая горка высотой  $h$  с постоянным углом наклона  $\alpha$  движется равномерно со скоростью  $v$  по горизонтальной поверхности относительно Земли. С неё начинает соскальзывать (с нулевой начальной скоростью относительно горки) небольшая шайба массы  $m$ . Вычислите работу, которую совершит сила  $N$  реакции горки над шайбой в системе отсчета связанной с Землей, за время всего спуска.

#### Задача 3. Парашютист (8,5)

Парашютист выполняет затяжной прыжок — в течение 30 секунд падает, не раскрывая парашюта, причём примерно половину времени падения он летит вниз с постоянной установившейся скоростью. Сила сопротивления воздуха, действующая на парашютиста, пропорциональна квадрату скорости его падения.

Каково ускорение спортсмена в тот момент, когда его скорость на 5% отличается от установившейся скорости?

Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

#### Задача 4. Давление газа (6,0)

В закрытом сосуде находится идеальный одноатомный газ, плотность которого  $\rho = 1,8$  кг/м<sup>3</sup>. Среднеквадратичная скорость молекул газа  $v_{\text{кв}} = 500$  м/с. Вычислите давление  $p$  газа.

#### Задача 5. Электрический мост с конденсаторами (3,43)

Из двух незаряженных конденсаторов ёмкостями  $C_1$  и  $C_2$ , двух идеальных батарей с ЭДС  $E_1$  и  $E_2$  собрали цепь. После установления равновесия в цепь включили идеальный вольтметр (Рис. 1). Найдите его показания.

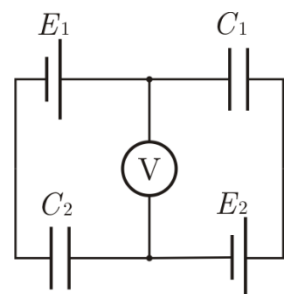


Рис. 5