

## 7 класс

### 1. «Модель Большеохтинского моста»

В Санкт-Петербурге существует множество мостов. Один из самых примечательных – Большеохтинский мост. Масса одного стального пролёта этого моста равна 3666 тонн, а высота около 30 м. Какой массой будет обладать точная стальная модель одного пролёта этого моста высотой 30 см?

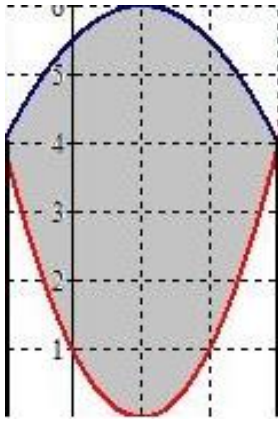


### 2. «Успеем?»

Водитель приехал с пустой цистерной и наполовину заполненным бензобаком на заправочную станцию в 13:12, а выезд на рейс у него в 15:00. Успеет ли полностью заполниться цистерна до выхода водителя на рейс, если объём цистерны равен 29 баррелям. 1 баррель равен 159 л. Цистерна заполняется со скоростью  $k_1 = 24 \frac{\text{л}}{\text{мин}}$ , а бензобак – со скоростью  $k_2 = 20 \frac{\text{л}}{\text{мин}}$ , объём бензобака равен  $V = 500$  л. После заполнения бензобака к заполнению цистерны может подключиться второй шланг.

### 3. «Пытливый ученик»

Семиклассник Фёдор на уроке геометрии успел выполнить все задания учителя досрочно и решил порисовать разные линии на клетчатом листе. Совсем недавно он изучил строение вещества и решил после урока посчитать: какая масса графита была истрачена на то, чтобы закрасить картинку на клетчатой бумаге так, как показано на рисунке. Помогите Емельяну с расчётами, если известно, что плотность графита  $\rho = 2 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$ , ширина клетки  $d_0 = 0,5$  см, а толщина линии, получаемой механическим карандашом, равна  $d = 0,2$  мм. Толщину контура рисунка считать такой же, как на остальной закрашенной части. Хватит ли Фёдору карандашного грифеля массой 0,05 г, чтобы докрасить оставшиеся на картинке области?



#### 4. «Ласточка»

Поезд «Ласточка» проехал пассажирскую платформу длиной  $l = 350$  м за 8 с. Когда поезд только подъезжал к платформе, ветром у охранника снесло кепку, и он за ней побежал в ту же сторону, в которую едет и «Ласточка», со скоростью  $28,8 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$ , заметив, что поезд проехал мимо него за 2,5 с. За какое время проехал платформу машинист поезда? Вычислите скорость поезда и его длину.

## 8 класс

### 1. «Самодельная тепловая машина»

Ваня изучал тепловые двигатели и решил сделать свой собственный. В качестве топлива он использовал парафин. Оказалось, что при работе машины парафин частично вытек из резервуара, из-за чего рассчитанный КПД в 15% оказался неверным. Какая часть вылилась, если после усовершенствования установки (парафин больше не выливался) правильный КПД стал равен 13,5%.

### 2. «Тактика бега»

У опытного бегуна Феди с самого начала была какая-то тактика: в забеге на 3 км он бежал всё время быстрее своего соперника Гриши ровно в 1,2 раза.

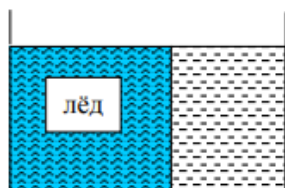
Гриша бежал эту дистанцию в первый раз и не рассчитал свои силы, поэтому сначала бежал с постоянной скоростью  $4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ , а потом начал равномерно замедляться, пока совсем не остановился на финише. Найдите:

- 1) время прохождения Гришей всей дистанции;
- 2) время после начала забега, через которое расстояние между Гришей и Федей было равно 20 м.

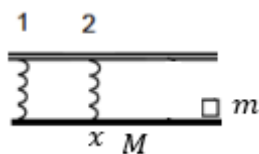
Результаты забега объявляют на финише, поэтому все бегуны ждут окончания забега на линии финиша.

### 3. «Эксперименты с водой»

Коля взял сосуд в форме прямоугольного параллелепипеда, положил туда кусок льда и залил сладкой водой. Какая часть объёма была занята обычным льдом, если уровень воды и льда изначально совпадал (см. рисунок), а после таяния льда, давление на дно изменилось на 8 процентов? Атмосферное давление не учитывать. Начальная плотность сладкой воды  $1250 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ , плотность льда  $900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ . Ответ округлите до целых.



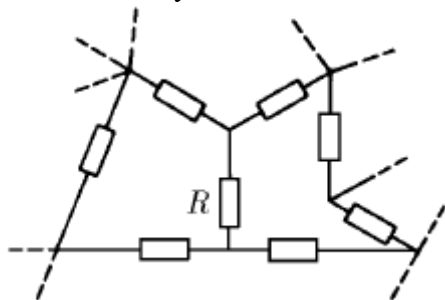
4. Жёсткий тяжелый стержень висит на двух пружинах, одна из которых прикреплена к краю стержня. На другой край положен перегрузок  $m$ . К какой точке стержня ( $x$ ) необходимо присоединить вторую пружину, чтобы стержень находился в горизонтальном положении в равновесии? Жесткости пружин отличаются вдвое. Масса стержня  $M$ , жёсткость одной из пружин равна  $k$ . Длина стержня равна  $l$ .



## 9 класс

### 1. «Псевдоэксперимент»

Ульяна собрала участок схемы, который состоит из неизвестных сопротивлений. Как, имея амперметры, вольтметр, идеальную батарею и соединительные провода, Ульяне измерить сопротивление  $R$ , не разрывая ни одного контакта в схеме? Присоединять приборы и провода можно ко всем узлам.

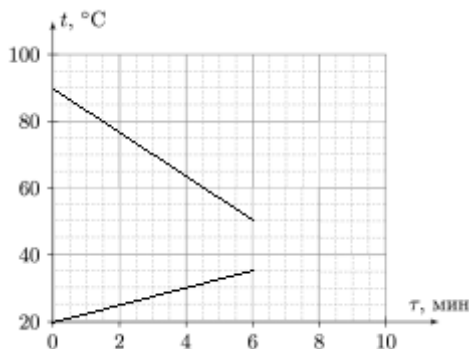


### 2. «Обгон»

Серёжа движется на автомобиле по прямому шоссе со скоростью  $v_0 = 72 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$ . Начиная обгон, Серёжа разгоняется с постоянным ускорением. Найдите модуль скорости автомобиля через время  $t = 10$  с разгона, если за последние полторы секунды обгона он прошёл путь  $s = 58$  м. Определите также модуль ускорения  $a$  автомобиля.

### 3. «Изоляция»

Вася хотел «убить двух зайцев одним выстрелом» и положил только что изготовленное рагу в калориметр с остывшим рагу. Тем самым он хотел охладить готовое блюдо и согреть блюдо, которое некоторое время пролежало на столе, пока Вася готовил. Найдите соотношение масс блюд. Теплоёмкостью калориметра пренебречь.

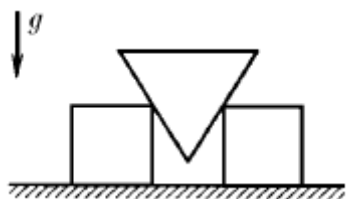


### 4. «Три товарища»

Расстояние от Всеволожска до центра Санкт-Петербурга по Дороге Жизни 24 км. Два товарища – Дима и Коля – должны добраться до Всеволожска из Санкт-Петербурга, а третий, Гена – из Всеволожска в Санкт-Петербург. На троих у них один велосипед, первоначально находящийся у Коли. Каждый товарищ пешком идёт со скоростью не большей 6 км/ч, а едет на велосипеде со скоростью не более 18 км/ч. Замок для велосипеда Коля ещё не успел купить, поэтому велосипед всегда должен быть под присмотром. Придумайте способ, при котором все трое смогут оказаться в пункте назначения через 2 часа 40 мин? Велосипед одноместный.

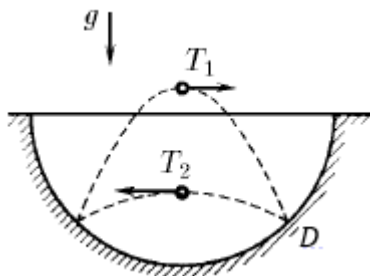
5. «Баланс»

Между одинаковыми кубиками, лежащими на полу, мальчик поставил гладкий клин такой же массы с равносторонним треугольником в разрезе. При каком коэффициенте трения о пол кубики начнут разъезжаться?

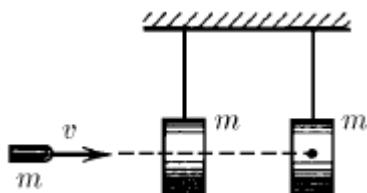


## 1. «Дюймовочка»

В сферической яме около кротовьей землянки лежит Дюймовочка ( $D$ ) и думает о жизни, бросая и ловя маленький, упругий теннисный мяч. Траектория мяча показана на рисунке. Во время раздумий ей стало интересно, чему равно произведение промежутков времени полета мяча до и после удара,  $T_1$  и  $T_2$  соответственно. Помогите Дюймовочке определить это произведение, если радиус ямы  $R$ .

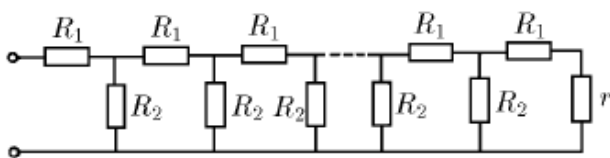


2. Пуля массы  $m$ , имеющая начальную скорость  $v$ , пробивает подвешенный на нити груз той же массы  $m$  и застревает во втором таком же. Найдите выделившееся в первом грузе количество теплоты, если во втором грузе выделилось количество теплоты  $Q_2$ . Временем взаимодействия пули с грузом пренебречь.



## 3. «Аттенюатор»

Аттенюатор — это электронное устройство, которое уменьшает амплитуду или мощность сигнала без существенного искажения его формы. Его схема представлена на рисунке. Какими должны быть сопротивления  $R_1$  и  $R_2$ , чтобы на каждом следующем сопротивлении  $R_1$  напряжение было в 10 раз меньше, чем на предыдущем? Сопротивление  $r$  дано. Пунктир означает произвольность количества элементов.



## 4. «В тёмной-тёмной комнате»

В тёмной-тёмной комнате летал светлячок. В некоторый момент времени он обнаружил плоское зеркало перед собой. Вдруг, зеркало начали поворачивать равноускоренно вокруг оси, перпендикулярной рисунку и проходящей через точку  $O$  (конечное положение показано пунктиром). Найдите угловое ускорение  $\beta$ , с которым двигалось зеркало, если светлячок был на расстоянии  $l$  от зеркала в момент начала поворота, а перемещение изображения за промежуток времени  $\tau = 3$  с равно  $l$ .

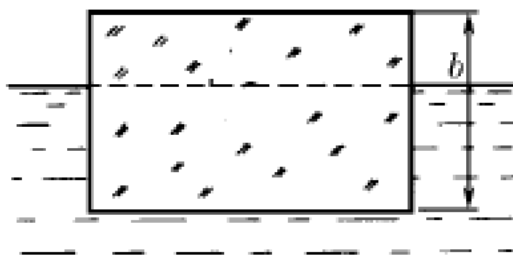


5. «А что в сосуде?»

В калориметр с водой при температуре  $t_1 = 10^\circ\text{C}$  впустили водяной пар при температуре  $t_3 = 100^\circ\text{C}$  и бросили кусочек льда при температуре  $t_2 = -20^\circ\text{C}$ . Какая температура установится в калориметре и какое количество воды окажется в нём? Начальная масса воды в калориметре равна  $m_1 = 200$  г, масса кусочка льда  $m_2 = 300$  г, масса пара равна  $m_3 = 70$  г. Удельная теплоёмкость льда равна  $c_2 = 2100 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$ , удельная теплоёмкость воды равна  $c_1 = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$ , удельная теплота плавления льда равна  $\lambda = 3,3 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$ , удельная теплота парообразования воды равна  $L = 2,3 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$ .

## 1. «Модель корабля»

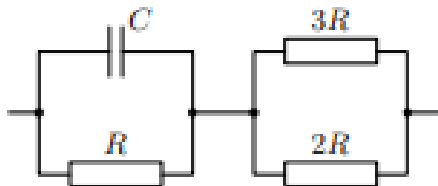
В жидкости плотности  $\rho_0$  плавает модель корабля в виде прямоугольного параллелепипеда из материала плотности  $\rho$ . Высота параллелепипеда  $b$ , ширина и длина  $a$ . Студент морского училища Гена знает, что при качке плавающего тела распределение погруженной в жидкость части меняется, из-за чего точка приложения силы Архимеда смещается. А ещё, у плавающих симметричных тел (как параллелепипед) при малых отклонениях от положения равновесия точка приложения силы Архимеда будет двигаться по дуге, центром которой является точка, называемая метacentрической. Зная формулу нахождения радиуса этой окружности, помогите Гене определить, при каком отношении  $a$  к  $b$  положение параллелепипеда будет устойчивым?  $r = \frac{1}{12} \frac{a^4}{V_{\text{п}}}$ , где  $V_{\text{п}}$  – объём погруженной части.



## 2. «Схема»

Схема, показанная на рисунке, подключена к источнику постоянного напряжения. Сопротивление  $R = 50 \text{ Ом}$ , ёмкость конденсатора равна  $C = 20 \text{ мкФ}$ . После всех переходных процессов заряд на конденсаторе стал равен  $q = 80 \text{ мкФ}$ .

Определите ток через резистор сопротивлением  $3R$ , мощность, выделяющуюся на резисторе  $2R$  и энергию, которая выделится в цепи, если источник отключить.



## 3. «Скорость...»

Тело, двигаясь равноускоренно из состояния покоя, прошло расстояние  $s$  за время  $t$ . Какую скорость имело тело в тот момент, когда оно прошло четверть этого расстояния?

## 4. «Э-э-эксперименты»

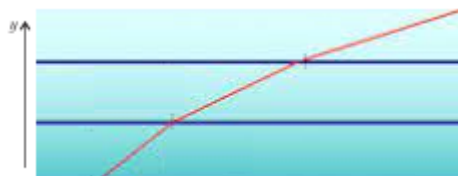
На уроке в восьмом классе учитель показал детям явление диффузии в жидкостях, налив в аквариум в форме прямоугольного параллелепипеда сначала дистиллированную воду, а потом подслащенную воду так, чтобы подслащенная вода оказалась снизу, а дистиллированная вода сверху. Через неделю после этого в аквариуме образовался промежуточный диффузный слой, который и показал школьникам данное явление.

На перемене пришел одиннадцатый класс, который недавно ходил на открытую лекцию по оптике, на которой ребятам показали прохождение луча в неоднородной среде. Оказалось, что свет изгибался, а не распространялся прямо. Учитель тут же решил показать это явление ещё раз. Взяв лазерную указку и пустив луч света в аквариум, народ заметил, что луч, войдя в диффузионный слой под углом  $60^\circ$  к вертикали выходит из него под углом  $75^\circ$  к вертикали.



Объясните,

- 1) Почему так происходит?
- 2) Считая диффузионный слой равномерно меняющимся и шириной 2,4 см, рассчитайте градиент  $k$  (быстроту изменения) показателя преломления, если показатель преломления дистиллированной воды равен  $n_0 = \frac{4}{3}$ .
- 3) Ещё через неделю диффузионный слой вырос вдвое, а градиент уменьшился втрое. Рассчитайте теоретически, сможет ли луч, пущенный под тем же углом, выйти из этого слоя в чистую воду?



5. «КПД тепловой машины»

Федя собрал дома тепловую машину и снял зависимость давления газа в его тепловой машине от объёма за цикл. Найдите КПД цикла машины Феди, изображённого на рисунке, если рабочим телом тепловой машины считается одноатомный идеальный газ.  $p_2$ ,  $p_1$ ,  $V_2$  и  $V_1$  даны.

**Примечание:** работу, совершённую газом в адиабатическом процессе можно посчитать по формуле  $A_{12} = \frac{pV^\gamma}{\gamma-1} (V_1^{1-\gamma} - V_2^{1-\gamma})$ , где  $\gamma$  – показатель адиабаты.

