

7 класс

Продолжительность — 160 минут. Максимальный балл — 40.

**Задача 7.1. Встреча друзей.**

Малыш и Карлсон договорились встретиться после обеда. В 13:00 Карлсон со скоростью  $2v$  вылетел из дома. Навстречу ему из школы в 13:10 вышел Малыш со скоростью  $v$ . Пролетев треть пути от дома до школы, Карлсон вспомнил, что не доел варенье, и вернулся домой. Потратив на перекус 20 минут, сытый и довольный, он продолжил свой путь. Определите скорость Малыша и расстояние от дома до места встречи друзей, если расстояние от дома до школы равно 3,6 км, а встреча друзей произошла в 14:10. Скорость полёта Карлсона не менялась.

**Задача 7.2. Средняя скорость.**

Кот Леопольд в воскресенье утром поехал отдыхать на дачу. Мыши, следившие за каждым его шагом, заметили, что треть всего времени автомобиль Леопольда ехал со скоростью 15 м/с, затем четверть оставшегося пути — со скоростью 1000 м/мин, а остаток дороги — со скоростью 45 км/ч. Найти среднюю скорость автомобиля кота Леопольда на всём пути.

**Задача 7.3. Физики всех миров, объединяйтесь!**

На межпланетном слёте физиков учёный с планеты Орбитар измерил кубик и сообщил, что длина стороны кубика в стандартных единицах его планеты равна 5 трямзикам, а масса кубика — 12,5 амма. Его коллега с планеты Дагон измерил тот же кубик и сказал, что длина стороны кубика — 2 грима, а масса — 16 илов. Пользуясь этими данными определите как пересчитывать плотность, определённую на планете Орбитар, в единицы, принятые на планете Дагон.

**Задача 7.4. Встречные поезда.**

В 8 часов утра со станции Арбузово в направлении станции Тыквино вышел поезд. Через некоторое время со станции Тыквино навстречу ему вышел другой поезд. Графики зависимости скорости обоих поездов от времени приведены на рис. 7.1. Во сколько эти поезда встретятся? На каком расстоянии от Арбузово это произойдёт? Расстояние между станциями равно 52 км.

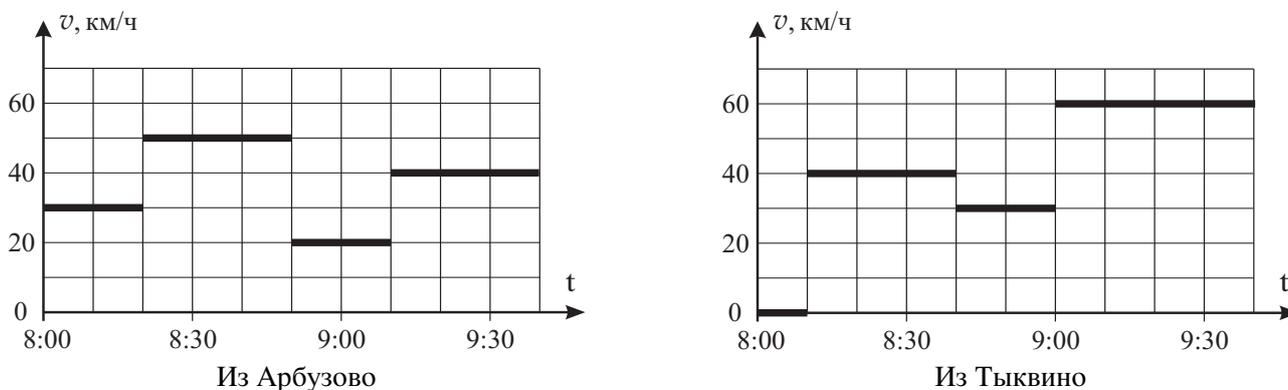


Рис. 7.1.

8 класс

Продолжительность — 160 минут. Максимальный балл — 40.

**Задача 8.1. Плотность дерева.**

Мерный сосуд был частично заполнен водой (рис. 8.1а). В него на ниточке опустили деревянный кубик, не касаясь им дна и стенок сосуда. Часть воды при этом вылилась. После того как кубик вынули, в мерном сосуде остался новый объём воды (рис. 8.1б). Чему равна минимально возможная плотность дерева, из которого сделан кубик, если его объём равен  $50 \text{ см}^3$ ? Плотность воды равна  $1000 \text{ кг/м}^3$ .

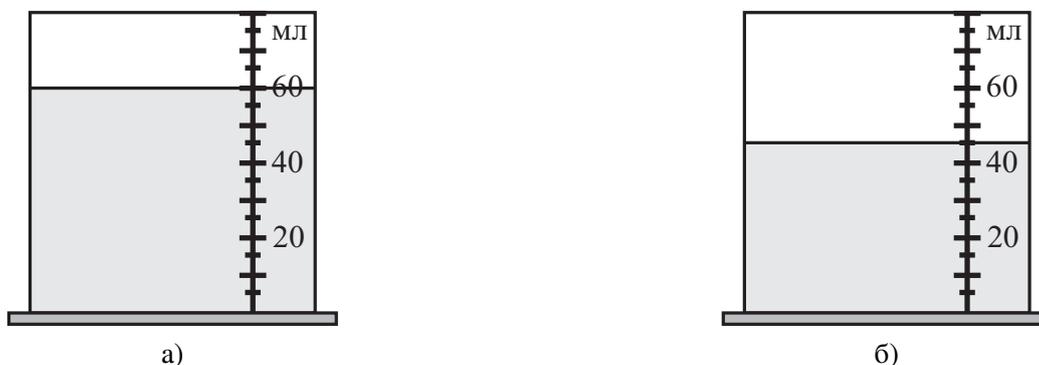


Рис. 8.1.

**Задача 8.2. Равновесие изогнутого стержня.**

Тонкий однородный стержень, согнутый в форме буквы «Г» (см. рис. 8.2), уравновешен на опоре с помощью груза массой  $m = 240 \text{ г}$ , прикреплённого к левому концу стержня. Какова масса стержня? Для удобства на стержень нанесены штрихи, делящие его на равные части.

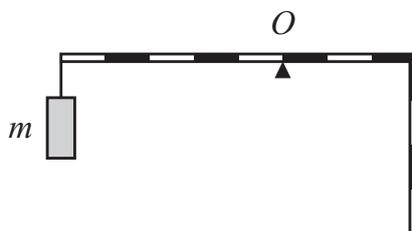


Рис. 8.2.

**Задача 8.3. Исследуем свойства парафина.**

Экспериментатор Иннокентий Иванов решил исследовать тепловые свойства чистого парафина. Для этого он взял теплоизолированный сосуд со встроенным внутри нагревателем, налил туда  $1 \text{ кг}$  воды при температуре  $0^\circ\text{C}$  и положил кусок исследуемого вещества массой  $500 \text{ г}$  при температуре  $20^\circ\text{C}$ . Дождавшись установления теплового равновесия, Иннокентий включил нагреватель и начал измерять температуру содержимого. Определите удельную теплоёмкость парафина, если через  $1 \text{ мин}$  после включения нагревателя температура в сосуде оказалась равна  $25^\circ\text{C}$ , а ещё через  $0,5 \text{ мин}$  —  $35^\circ\text{C}$ . Удельная теплоёмкость воды равна  $4200 \text{ Дж/(кг} \cdot ^\circ\text{C)}$ . Мощность нагревателя во время эксперимента остаётся постоянной. Парафин с водой не реагирует и в рассматриваемом диапазоне температур является кристаллическим телом.

**Задача 8.4. Раз ступенька, два ступенька...**

Два мальчика — Паша и Дима — поднимаются по движущемуся вверх эскалатору метро и считают ступени. Паша насчитал  $50$  ступеней, а Дима, двигавшийся относительно эскалатора в  $1,5$  раза медленнее, насчитал только  $40$ . Сколько ступеней насчитали бы мальчики, идя по неподвижному эскалатору?

9 класс

Продолжительность — 200 минут. Максимальный балл — 50.

**Задача 9.1. Вася балуется.**

Школьник Вася, возвращаясь после школы домой, решил побросать с моста в реку камни. Первый камень, брошенный Васей, достиг поверхности воды ровно через 1,5 с. Второй камень, брошенный с начальной скоростью, вдвое большей, чем у первого, долетел до поверхности воды через 1,2 с. Какова высота места, с которого производятся броски? Вася бросает камни вертикально вниз. Ускорение свободного падения принять равным  $10 \text{ м/с}^2$ . Сопротивлением воздуха пренебречь.

**Задача 9.2. Кекс в чае.**

Засохший кекс цилиндрической формы высотой  $h = 7 \text{ см}$  положили в чай. Плотность сухого кекса равна  $\rho_{\text{сух}} = 0,3 \text{ г/см}^3$ , плотность намокшего —  $\rho_{\text{мокр}} = 0,9 \text{ г/см}^3$ . На какую глубину погрузится кекс, если будет плавать вертикально? Плотность чая —  $\rho_{\text{чай}} = 1 \text{ г/см}^3$ . Считать, что намокает только та часть кекса, которая погружена в чай.

**Задача 9.3. Размер имеет значение!**

Девятиклассник Петя решил провести эксперимент по проверке правила равновесия рычага. Для этого он взял в школьной лаборатории доску длиной  $L = 100 \text{ см}$  и два одинаковых пенопластовых куба массой  $m = 810 \text{ г}$  каждый. Первый куб Петя положил на левый край доски, а второй куб подвесил на нити, прикреплённой к правому краю (см. рис. 9.1а). К своему удивлению, Петя обнаружил, что если поставить опору в середине доски, то равновесия не будет! Найти массу груза, который нужно подвесить Пете к левому краю доски (см. рис. 9.1б), чтобы добиться равновесия системы? Доска является однородной по всей длине. Плотность пенопласта равна  $\rho = 30 \text{ кг/м}^3$ .

**Задача 9.4. «Жидкий» реостат.**

Экспериментатор Иннокентий Иванов сконструировал «жидкий» реостат — прямоугольный сосуд (рис. 9.2а), в который налито некоторое количество проводящей электричество жидкости (например, раствора соли). Две противоположные стенки этого сосуда сделаны из проводящих пластин и могут быть подключены к цепи, а остальные стенки и дно сосуда ток не проводят. Расстояние между проводящими пластинами можно регулировать. Чтобы проверить работу полученного прибора, Иннокентий собрал цепь (рис. 9.2б), состоящую из источника напряжением  $U = 1,5 \text{ В}$ , идеального амперметра, резистора сопротивлением  $R = 2 \text{ Ом}$  и реостата. При первоначальном положении пластин амперметр показывает силу тока  $I_1 = 150 \text{ мА}$ . Какую силу тока  $I_2$  он должен показать, если расстояние между пластинами увеличить вдвое?

**Задача 9.5. Плавление льда.**

В своей лаборатории, температура воздуха в которой постоянна, Иннокентий Иванов изучал процесс плавления льда. Он взял тонкостенный металлический сосуд, положил туда 10 г льда при температуре  $0^\circ\text{C}$  и поставил его на нагреватель мощностью 50 Вт. Оказалось, что лёд полностью превращается в воду за 55 с.

1. За какое время расплавилось бы 10 г льда, если мощность нагревателя увеличить до 100 Вт?
  2. За какое время расплавилось бы 10 г льда, если сосуд со льдом просто оставить в лаборатории?
- Считать, что количество тепла, поступающего в единицу времени в холодное тело из окружающей среды, пропорционально разности температур между ними. Удельная теплота плавления льда равна  $330 \text{ кДж/кг}$ .

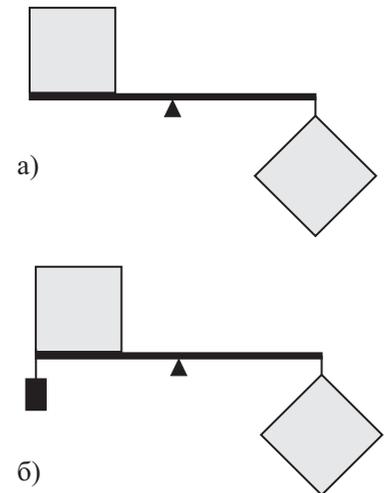


Рис. 9.1.

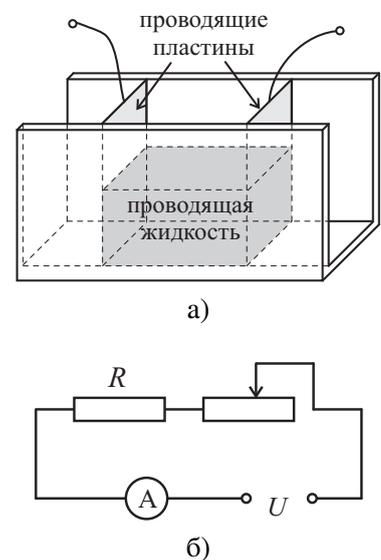


Рис. 9.2.

10 класс

Продолжительность — 200 минут. Максимальный балл — 50.

**Задача 10.1. Погоня за поездом.**

Пассажир вагона №10 во время стоянки поезда прогуливался по перрону. Когда он был у конца последнего вагона №13, поезд начал двигаться с ускорением  $a = 0,5 \text{ м/с}^2$ . С какой минимальной скоростью  $v$  нужно бежать пассажиру, чтобы успеть добежать до своего вагона? Длина одного вагона равна 25 м. Вагоны нумеруются без пропусков. Перрон станции считать достаточно длинным.

**Задача 10.2. Встречные токи.**

В цепи, изображённой на рис. 10.1, токи, текущие в соединительных проводах  $AB$  и  $CD$ , равны по величине и противоположны по направлению. Найдите сопротивление  $R$  правого нижнего резистора. Чему равна величина тока  $I$ , если напряжение источника постоянно и равно  $U = 3,2 \text{ В}$ . Сопротивления остальных резисторов даны на рисунке, сопротивлением соединительных проводов пренебречь.

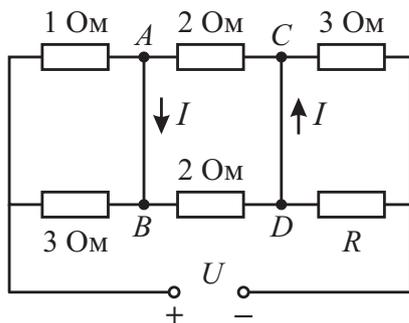


Рис. 10.1.



Рис. 10.2.

**Задача 10.3. Исследуем свойства унобтания.**

*Унобтаний (от англ. unobtainable — «недостижимый», «недоступный») — ироничное название любого крайне редкого, дорогого, либо физически невозможного материала или вещества, необходимого для исполнения какой-либо задачи. Употребляется, как правило, в художественной литературе. (Википедия)*

Экспериментатор Иннокентий Иванов решил исследовать тепловые свойства полученного им нового вещества, которое он назвал унобтанием. Для этого он взял теплоизолированный сосуд со встроенным внутрь нагревателем, налил туда 1 кг воды при температуре  $0^\circ\text{C}$  и положил 200 г исследуемого вещества при температуре  $20^\circ\text{C}$  (при этой температуре унобтаний — кристаллическое тело). Дождавшись установления теплового равновесия, Иннокентий включил нагреватель и начал измерять температуру содержимого. График зависимости температуры от времени представлен на рис. 10.2. Используя его, определите удельную теплоёмкость унобтания в твёрдом состоянии и его удельную теплоту плавления. Удельная теплоёмкость воды равна  $4200 \text{ Дж/(кг} \cdot ^\circ\text{C)}$ . Мощность нагревателя во время эксперимента остаётся постоянной. Унобтаний с водой не реагирует.

**Задача 10.4. Изменяем радиус тени.**

Точечный источник света  $S$  освещает тонкий диск радиуса  $r$ . В результате, на экране  $\mathcal{E}$ , расположенном за диском, образуется круглая тень. Насколько изменится радиус тени, если между диском и экраном поставить стеклянную пластину толщиной  $d = 10 \text{ см}$  (рис. 10.3)? Показатель преломления стекла равен  $n = 1,5$ . Пластина и диск расположены параллельно экрану. Источник света находится на расстоянии  $r$  от диска на его оси симметрии.

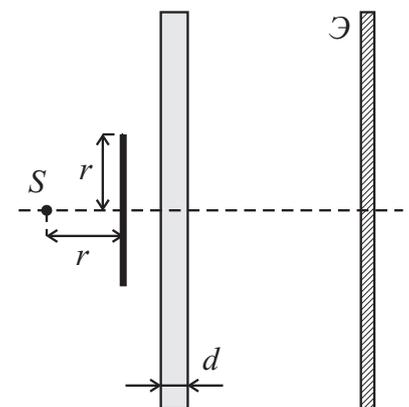


Рис. 10.3.

**Задача 10.5. Экзамен в автошколе.**

Девушка Маша сдаёт упражнение «эстакада». Она на своём полноприводном автомобиле должна въехать на эстакаду — горку, образующую угол  $\alpha = 30^\circ$  с горизонтом. С каким максимальным ускорением автомобиль Маши сможет подниматься вверх, если коэффициент трения шин о покрытие горки равен  $\mu = 0,6$ . В начальный момент машина находится на склоне. Ускорение свободного падения принять равным  $10 \text{ м/с}^2$ .

11 класс

Продолжительность — 200 минут. Максимальный балл — 50.

**Задача 11.1. Разъезд автомобилей.**

Два автомобиля движутся равномерно по взаимно перпендикулярным шоссе. Скорость первого автомобиля равна  $v$ , а скорость второго —  $2v$ . Найдите наименьшее расстояние между автомобилями, если в некоторый момент времени первый автомобиль находился на расстоянии  $L$  от перекрёстка, а второй — на расстоянии  $3L$  (см. рис. 11.1).

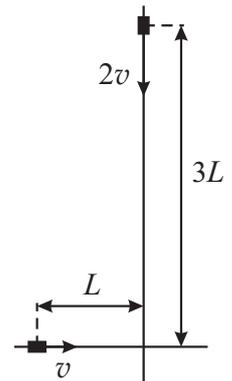


Рис. 11.1.

**Задача 11.2. Натяжение нити.**

Систему из двух грузов массы  $m_1 = 1$  кг и  $m_2 = 1,5$  кг, связанных нитью, тянут с противоположные стороны с силами  $F_1 = 10$  Н и  $F_2 = 20$  Н (см. рис. 11.2). Найдите силу натяжения нити  $T$ , если коэффициент трения обоих грузов о поверхность равен  $\mu = 0,3$ . Ускорение свободного падения принять равным  $10$  м/с<sup>2</sup>.



Рис. 11.2.

**Задача 11.3. Поршень в сосуде.**

Прямоугольный сосуд длиной 2 м и высотой 1 м с непроницаемыми стенками разделён на две равные части тонким вертикальным подвижным поршнем (рис. 11.3). Левая часть сосуда доверху заполнена ртутью. В правой части находится воздух при температуре  $T_0 = 167$  °С и давлении  $p_0 = 550$  мм рт. ст. Воздух в сосуде начинают медленно охлаждать.

1. При какой температуре воздуха  $T_1$  поршень **начнёт** смещаться?
2. При какой температуре воздуха  $T_2$  поршень сместится на 25 см?

Поршень тепло не проводит. Тепловым расширением стенок сосуда и трением пренебречь.



Рис. 11.3.

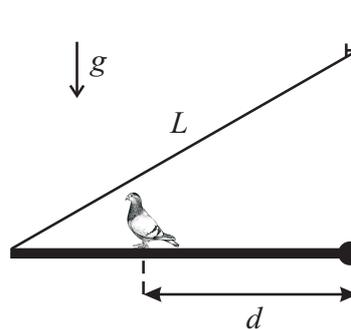


Рис. 11.4.

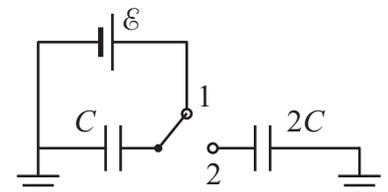


Рис. 11.5.

**Задача 11.5. Цепь с заземлением.**

В цепи, изображённой на рис. 11.5, ЭДС батареи равна  $\mathcal{E}$ , а ёмкости конденсаторов —  $C$  и  $2C$ . Первоначально ключ находится в положении «1», правый конденсатор разряжен, и токи в цепи не текут. Какими станут заряды обоих конденсаторов, если ключ переключить в положение «2»?