

**7 класс**

**Задача 7.1. Петя едет в гости**

Семиклассник Петя поехал в гости к бабушке и дедушке, живущим в деревне Ведёркино. Прибыв на железнодорожную станцию Аистово, Петя пошёл в Ведёркино пешком. Одновременно из Ведёркино в магазин на станции пошёл его дедушка. На рисунке 7.1 представлены графики зависимости пройденного Петей (отмечен буквой П) и его дедушкой (отмечен буквой Д) пути от времени. На каком расстоянии от Аистово они встретятся? Расстояние между Аистово и Ведёркино равно 4 км.

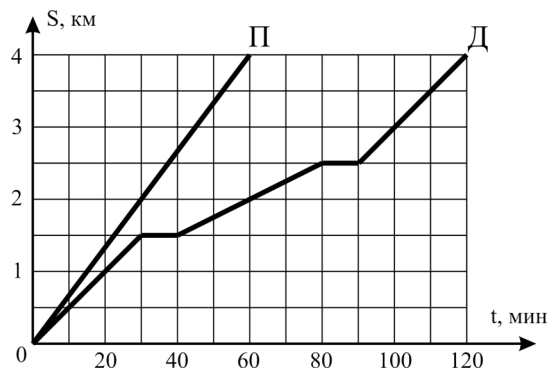


Рис. 7.1.

**Задача 7.2. Новый велосипед**

Кот Леопольд купил себе новый велосипед и поехал на нём кататься. Пятую часть своего пути он проехал со скоростью 5 м/с, первую половину оставшегося пути — со скоростью 16 км/ч, последний участок — со скоростью 400 м/мин. Найдите среднюю скорость движения кота Леопольда на всём пути.

**Задача 7.3. Калибр пули**

Калибром охотничьих ружей называется целое число, равное количеству пуль, которые можно отлить из одного фунта свинца (1 фунт = 453,6 г). При этом пули должны быть сферические, одинаковые по массе и диаметру, который равен внутреннему диаметру ствола. Наиболее известными калибрами охотничьих

ружей являются 12-й и 16-й. Определите диаметры пуль для этих калибров. Плотность свинца  $\rho = 11,3 \text{ г/см}^3$ .

*Примечание.* Объём шара вычисляется по формуле  $V = \frac{4}{3}\pi r^3$ , где  $r$  — радиус шара,  $r^3 = r \cdot r \cdot r$ , а число  $\pi \approx 3,14$ .

**Задача 7.4. Объём грузика**

На рис. 7.2 приведены два изображения мерного сосуда с вертикальными стенками при погружении в него цилиндрического грузика. Чему равен объём грузика? Количество жидкости в обоих случаях одно и то же. Все числовые значения на рисунках даны в миллилитрах.

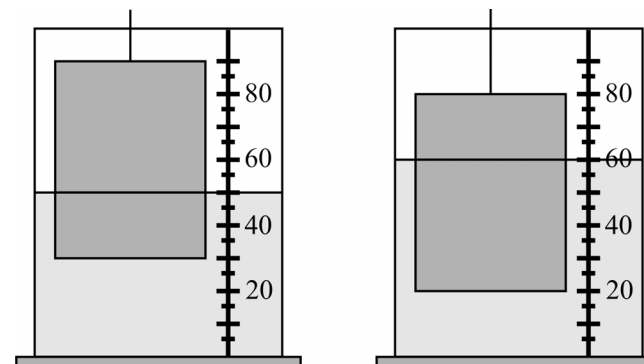


Рис. 7.2.

8 класс

**Задача 8.1. Таракан в часах**

Таракан Вася, живущий в старинных часах, увлекается экстремальным видом спорта — бегом по зубцам движущихся шестерёнок. В этот раз Вася решил добежать из точки А до точки В (см. рис. 8.1) за наименьшее время, не попадая между шестерёнок. По какой траектории ему следует бежать? Найдите это время, если известно, что левая шестерёнка (радиуса  $R$ ) делает 10 оборотов в минуту, а Василий может сделать один круг по зубцам покоящейся шестерёнки того же радиуса  $R$  за 4 с. Центры всех трёх шестерёнок и точки А и В лежат на одной прямой. Радиусы шестерёнок и направление вращения левой указаны на рисунке. Шестерёнки крутятся, не проскальзывая.

*Примечание.* Длина окружности вычисляется по формуле  $L = 2\pi r$ , где  $r$  — радиус окружности, а число  $\pi \approx 3,14$ .

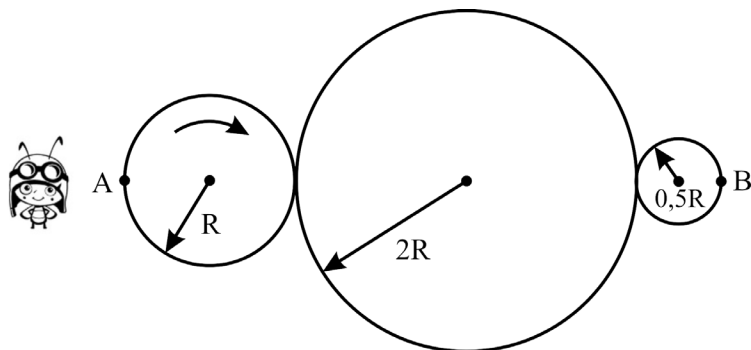


Рис. 8.1.

**Задача 8.2. Интересная находка**

Мальчик Петя обнаружил на чердаке старый закопчённый медальон и, недолго думая, измерил его плотность. Она оказалась равна  $2700 \text{ кг/м}^3$ . На следующий день, догадавшись почистить находку, Петя обнаружил, что медальон состоит из двух равных по массе частей, сделанных из разных материалов, плотности которых отличаются в пять раз. Найдите плотности обоих материалов. Массой копоти можно пренебречь.

**Задача 8.3. Испытание морозильной камеры**

Заведующий лабораторией поручил молодому лаборанту определить зависимость температуры воды, помещённой в морозильную камеру, от времени. В начале температура понижалась так, как показано на рис. 8.2. Затем лаборант устал и ушёл обедать, оставив морозильную камеру включённой. За какое время с начала эксперимента температура понизится до  $-20^\circ\text{C}$ , если скорость теплоотвода остаётся постоянной. Удельная теплоёмкость воды и льда равны  $4200 \text{ Дж/(кг}\cdot^\circ\text{C)}$  и  $2100 \text{ Дж/(кг}\cdot^\circ\text{C)}$  соответственно, удельная теплота плавления льда —  $330 \text{ кДж/кг}$ .

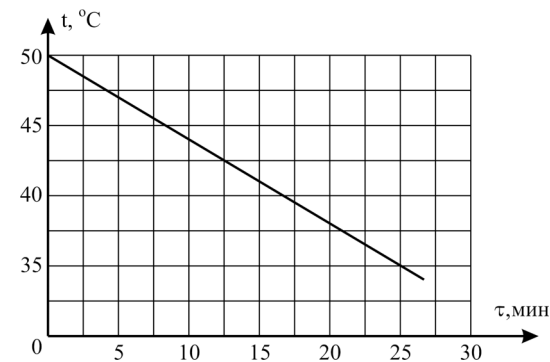


Рис. 8.2.

**Задача 8.4. Неравноплечие весы**

Для того, чтобы определить массу грузика, восьмиклассник Петя (за неимением лучшего) использовал неравноплечие весы (рис. 8.3). При «взвешивании» оказалось, что, если исследуемый грузик поместить на левую чашку весов, то равновесие наступает, когда на правой чашке лежат гирьки общей массой  $m_1 = 800 \text{ г}$ . Если же грузик положить на правую чашку, то весы оказываются в равновесии, когда на левой чашке лежат гирьки общей массой  $m_2 = 240 \text{ г}$ . Чему на самом деле равна масса грузика? Коромысло весов представляет собой однородный стержень.

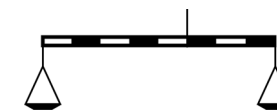


Рис. 8.3.

9 класс

**Задача 9.1. Трудолобивый дятел**

Известно, что дятел может совершать клювом до  $n = 20$  ударов в секунду. При этом замах головы дятла составляет  $L = 5$  см, а глубина оставляемой после каждого удара клюва ямки  $h = 1$  мм. Найдите значения ускорений головы дятла, считая, что между ударами и во время контакта с деревом они постоянны.

**Задача 9.2. Эксперимент с калориметром**

Теплоизолированный сосуд ёмкостью 200 мл был до краёв наполнен водой при температуре  $t_B = 20^\circ\text{C}$ . В середину этого сосуда быстро, но аккуратно опустили алюминиевую деталь массой 120 г, нагретую до температуры  $t_D = 100^\circ\text{C}$ , и закрыли крышкой. Найдите установившуюся температуру воды в сосуде. Плотность воды равна  $\rho_B = 1000$  кг/м<sup>3</sup>, плотность алюминия —  $\rho_A = 2700$  кг/м<sup>3</sup>. Удельная теплоёмкость воды —  $c_B = 4200$  Дж/(кг · °C), алюминия —  $c_A = 920$  Дж/(кг · °C).

**Задача 9.3. Гидравлический подъёмник**

С помощью гидравлического подъёмника медленно поднимают груз массой  $m = 100$  кг (рис. 9.1). На какую высоту поднялся груз от своего первоначального положения, если сила, приложенная к левому поршню в конце подъёма равна  $F = 250$  Н? Площадь сечения правого колена в 20 раз больше площади левого и равна  $S = 1$  м<sup>2</sup>, плотность масла, заполняющего колена подъёмника, равна  $\rho_M = 900$  кг/м<sup>3</sup>. Массой поршней пренебречь. В начальном положении поршни располагались на одном уровне. Ускорение свободного падения считать равным  $10$  м/с<sup>2</sup>.

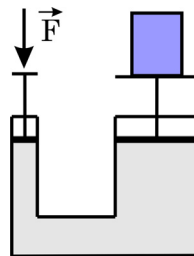


Рис. 9.1.

**Задача 9.4. Показания амперметра**

Схема, изображённая на рис. 9.2, состоит из четырёх резисторов, идеального амперметра и ключа К. Сопротивления всех резисторов указаны на рисунке. Если ключ замкнут, амперметр показывает значение  $I_1 = 0,5$  А. Какое значение силы тока  $I_2$  будет показывать амперметр, если ключ разомкнуть? Напряжение в цепи в обоих случаях одинаковое.

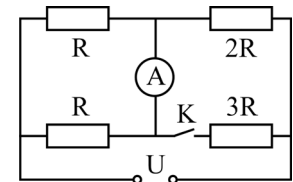


Рис. 9.2.

**Задача 9.5. Отражения в зеркалах**

Постройте все изображения стрелки АВ в системе, состоящей из двух плоских зеркал, расположенных под углом  $135^\circ$  друг к другу. Середина отрезка АВ лежит на перпендикуляре, проведённом к одному из зеркал (см. рис. 9.3).

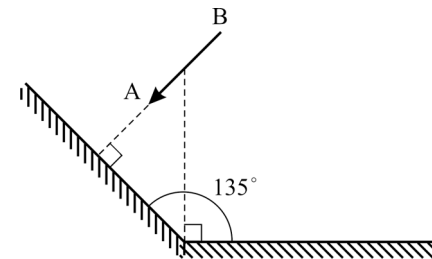


Рис. 9.3.

## 10 класс

**Задача 10.1. Стрoение Луны**

В книге Николая Носова «Незнайка на Луне» описывается необычное строение Луны. Согласно ей, Луна состоит из двух независимых частей: сферической оболочки и находящегося внутри неё шарообразного ядра, на поверхности которого живут коротышки. Определите, больше или меньше будет ускорение свободного падения на поверхности внутреннего ядра по сравнению с ускорением свободного падения на внешней поверхности Луны, зная, что внешний радиус Луны равен  $R = 1740$  км, радиус внутреннего ядра —  $r = 1600$  км, а масса внутреннего ядра составляет 80% всей массы Луны. Насколько они отличаются? Ускорение свободного падения на поверхности Луны равно  $1,62$  м/с<sup>2</sup>.

*Примечание.* Суммарная гравитационная сила, действующая со стороны сферической оболочки на находящиеся внутри неё тела, равна нулю.

**Задача 10.2. Вверх по плоскости**

Вверх по наклонной плоскости с углом наклона  $\alpha = 30^\circ$  запускают тело с начальной скоростью  $v$ . Найдите коэффициент трения между телом и плоскостью, если тело возвращается обратно со скоростью  $v/2$ .

**Задача 10.3. Флюгер на корабле**

На корабле имеется флюгер, предназначенный для определения скорости ветра. При скорости корабля, равной  $\vec{v}$ , флюгер повернут вдоль луча АВ (см. рис. 10.1). Если корабль движется в том же направлении, но со скоростью  $2\vec{v}$ , флюгер ориентирован по лучу АС. Используя циркуль и линейку без делений, построением найдите вектор скорости ветра относительно Земли.

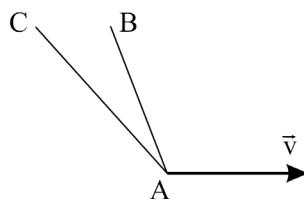


Рис. 10.1.

**Задача 10.4. Гремучая смесь**

В цилиндре под поршнем при температуре  $200^\circ\text{C}$  и давлении  $150$  кПа находятся два моля водорода и один моль кислорода. Движением поршня смесь сжимают. При сжатии температура смеси поднимается, водород воспламеняется и сгорает полностью. Затем поршень возвращают в исходное состояние и охлаждают газ до первоначальной температуры. Определите давление газа в конечном состоянии.

**Задача 10.5. Машинка и санки**

От заднего бортика санок (см. рис. 10.2) к переднему запустили игрушечную машинку с ускорением относительно Земли  $a = 2$  м/с<sup>2</sup>. При этом сами санки изначально покоились на льду. В конце своего движения машинка испытывает абсолютно неупругое столкновение с передним бортиком санок. Каково перемещение  $s$  санок от начального момента времени до их полной остановки? Масса санок равна  $M = 2$  кг, их длина —  $L = 1$  м, масса машинки —  $m = 200$  г, коэффициент трения между санками и льдом равен  $0,02$ . Ускорение свободного падения равно  $9,8$  м/с<sup>2</sup>.

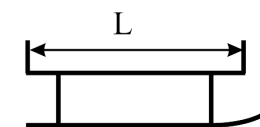


Рис. 10.2.

**11 класс**

**Задача 11.1. Полая планета**

В системе звезды X имеются две планеты X1 и X2 одинакового радиуса R и состоящие из одного и того же вещества. Планета X1 внутри однородна, и ускорение свободного падения вблизи её поверхности всюду одинаково и равно g. Внутри второй планеты имеется сферическая полость радиуса  $r = R/2$ , центр которой отстоит от геометрического центра планеты на расстояние  $x = R/3$ . Найдите значения ускорения свободного падения в точках N и S на поверхности планеты X2 (см. рис. 11.1).

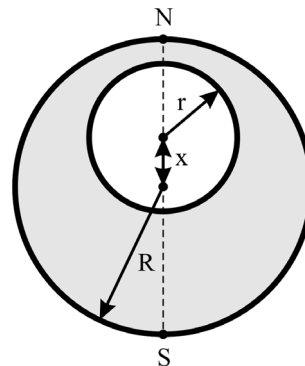


Рис. 11.1.

**Задача 11.2. Шершавый брусок**

Брусок длиной  $2L$  скользит по гладкой горизонтальной поверхности со скоростью  $v$  и наезжает на шероховатую поверхность. Определите, при каком коэффициенте трения  $\mu$  между бруском и поверхностью брусок остановится, пройдя расстояние не более чем  $L$ . Считать, что высота бруска много меньше его длины.

**Задача 11.3. Надуваем шарик**

К сосуду Дьюара с жидким гелием при температуре кипения  $T_0 = 4,2$  К подсоединена оболочка из эластичного материала, которая наполняется испаряющимся гелием. Масса пустого сосуда Дьюара вместе с пустой оболочкой равна  $m = 1$  кг. Какова минимальная масса гелия  $m_{\text{Г}}$ , достаточная для того, чтобы после его испарения сосуд с наполненной оболочкой поднялся в воздух? Какая теплота  $Q$  при этом будет подведена к гелию из окружающей среды? Молярные массы гелия и воздуха равны  $M_{\text{Г}} = 4$  г/моль и  $M_{\text{В}} = 29$  г/моль, удельная теплота парообразования гелия  $L = 20$  кДж/кг. Температура окружающего воздуха  $T = 293$  К. Процесс расширения испарившегося гелия считайте изобарическим. Универсальная газовая постоянная равна  $R = 8,31$  Дж/(моль · К). Объёмом оболочки и сосуда пренебречь.

**Задача 11.4. Цепь с конденсатором**

Электрическая цепь (см. рис. 11.2) состоит из двух источников (ЭДС источников и их внутренние сопротивления указаны на схеме), конденсатора ёмкостью C и ключа K, который в начальный момент замкнут. Какой заряд протечёт через второй источник, если ключ разомкнуть?

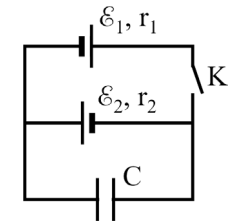


Рис. 11.2.

**Задача 11.5. Догонялки**

На горизонтальном столе находятся закреплённая стенка и горка массой  $2m$ , способная свободно скользить по поверхности (см. рис. 11.3). На вершине горки на высоте  $h$  удерживают грузик массой  $m$ . Грузик отпускают без начальной скорости, и он съезжает с горки в направлении стенки. На какую максимальную высоту поднимется грузик на горке после того, как он её снова догонит? Удар грузика о стенку считать абсолютно упругим. Трением пренебречь.

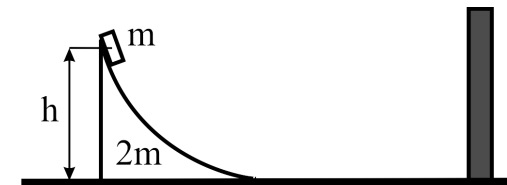


Рис. 11.3.