

7 класс

Продолжительность — 160 минут. Максимальный балл — 40.

**Задача 7.1. Грузовики на трассе.**

По загородной трассе едет колонна из семи одинаковых грузовиков. Автомобиль «Лада Калина», двигающийся во встречном направлении, проезжает мимо колонны за 6 с, в то время как такой же автомобиль, едущий с той же скоростью в попутном направлении, обгоняет колонну за 24 с. С какой скоростью движется колонна? Длина грузовика равна 8 м, длина «Калины» — 4 м, дистанция между грузовиками — 30 м.

**Задача 7.2. Винни-Пух и часы.**

Медвежонок Винни-Пух и Кролик договорились встретиться под Большим Дубом в 12 часов дня. Пунктуальный Кролик вышел из дома в 11:20 и пришёл к Дубу ровно в полдень. Винни-Пух же, выйдя из дома (по своим часам) в 10:30, решил, что можно не торопиться и неспешно направился к месту встречи. К своему удивлению, он нашёл там Кролика, заявившего, что медвежонок опоздал на 15 минут. Насколько часы Винни-Пука отстают от часов Кролика? Известно, что Большой Дуб находится ровно посередине между домами Пука и Кролика, а средняя скорость ходьбы Винни-Пука была вдвое меньше средней скорости Кролика.

**Задача 7.3. График скорости.**

Разбирая свой архив, учёный Иннокентий Иванов обнаружил график зависимости скорости некоторого тела от пройденного им пути (рис. 7.1). Числовые значения, написанные на графике, сохранились лишь частично. Помогите Иннокентию Иванову определить среднюю скорость тела на всём пути.

**Задача 7.4. Объём куба.**

Большой деревянный куб распилили на тысячу одинаковых маленьких кубиков. Используя рис. 7.2, на котором изображён ряд из таких маленьких кубиков и линейка с сантиметровыми делениями, определите объём исходного большого куба.

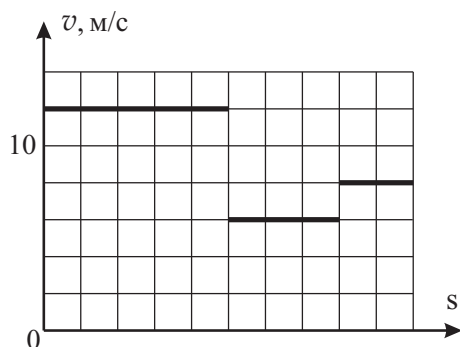


Рис. 7.1.

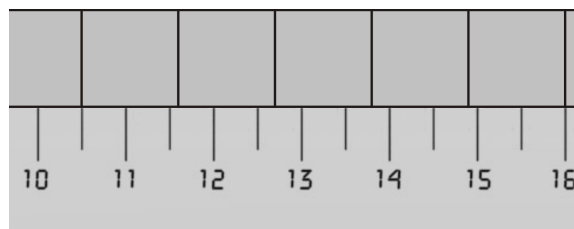


Рис. 7.2.

## 8 класс

Продолжительность — 160 минут. Максимальный балл — 40.

**Задача 8.1. Хитрый способ.**

Пират Джон Сильвер придумал новый способ перевозки своих сокровищ. Согласно плану, мешки с серебряными монетами прикрепляются под днищем лодки Сильвера, оставаясь невидимыми для других пиратов. Какое максимальное количество мешков сможет таким способом перевезти Джон Сильвер, если обычным способом, когда сокровища лежат в лодке, он может перевезти 19 мешков? Все мешки одинаковые. Объёмом материи, из которой они сделаны, и креплений можно пренебречь. Плотность воды равна  $1000 \text{ кг/м}^3$ , серебра —  $10500 \text{ кг/м}^3$ .

**Задача 8.2. Заполнение бассейна.**

Бассейн спортивного комплекса «Дружба» наполняется водой с помощью трёх одинаковых насосов. Молодой служащий Василий Петров включил сначала только один из насосов. Уже когда бассейн был заполнен на две трети своего объёма, Василий вспомнил про остальные и тоже их включил. Сколько времени заполнялся бассейн в этот раз, если обычно (при трёх работающих насосах) он заполняется за 1,5 ч?

**Задача 8.3. Опыты с чайником.**

Восьмиклассник Петя экспериментировал с подаренным ему на день рождения стальным электрическим чайником. В результате опытов оказалось, что кусок льда массой 1 кг, имеющий температуру  $0^\circ\text{C}$ , расплавляется в чайнике за 1,5 мин. Получившаяся при этом вода доходит до кипения за 2 мин. Чему равна масса подаренного Пете чайника? Удельная теплоёмкость стали равна  $500 \text{ Дж/(кг} \cdot ^\circ\text{C)}$ , воды —  $4200 \text{ Дж/(кг} \cdot ^\circ\text{C)}$ , удельная теплота плавления льда равна  $330 \text{ кДж/кг}$ . Теплообменом с окружающей средой пренебречь. Температуры чайника и его содержимого в течение всего эксперимента совпадают.

**Задача 8.4. Плотность неизвестной жидкости.**

В стакан с неизвестной жидкостью с помощью системы блоков погружены два цилиндрических тела одинаковой массы, но разных плотностей  $\rho_1 = 800 \text{ кг/м}^3$  и  $\rho_2 = 600 \text{ кг/м}^3$  (см. рис. 8.1). Система находится в равновесии, если оба тела погружены ровно наполовину. Чему равна плотность неизвестной жидкости? Блоки и нити невесома.

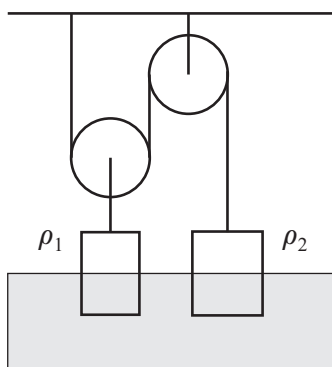


Рис. 8.1.

## 9 класс

Продолжительность — 200 минут. Максимальный балл — 50.

**Задача 9.1. Гонки с ускорением.**

Гонщик Виталий Петров проехал половину пути от старта до финиша со скоростью 100 км/ч. Затем он нажал на педаль газа и вторую половину пути двигался с постоянным ускорением. С какой средней скоростью преодолел дистанцию гонщик, если на финише его скорость оказалась равной 200 км/ч?

**Задача 9.2. Котёнок и зеркало.**

Маленький котёнок увидел своё отражение в большом плоском зеркале. В этот момент рабочие начали переносить зеркало в другое место со скоростью  $u = 1$  м/с. Котёнок стал его догонять со скоростью  $v$  (см. рис. 9.1). Чему равна эта скорость, если отражение котёнка движется относительно земли со скоростью 0,6 м/с? Все скорости направлены вдоль одной прямой.

**Задача 9.3. Плотность воздуха.**

Учёный Иннокентий Иванов решил провести эксперимент. Он взял равноплечный рычаг с длиной плеча 50 см и два шара. Первый шар учёный наполнил водородом, второй — гелием, прикрепил к концам рычага (рис. 9.2) и поместил в специальную камеру, плотность воздуха в которой можно регулировать. Вначале плотность воздуха составляла  $1,28$  кг/м<sup>3</sup>, и система находилась в равновесии. Затем учёный понизил плотность воздуха в камере. Чтобы восстановить равновесие системы ему пришлось сдвинуть место привязи шара с водородом на 1 см. Чему равна теперь плотность воздуха в камере? Плотность водорода равна  $0,09$  кг/м<sup>3</sup>, плотность гелия —  $0,18$  кг/м<sup>3</sup>. Массой и объёмом нитей, а также массой и объёмом оболочек шаров пренебречь. Объём шаров во время эксперимента не меняется.

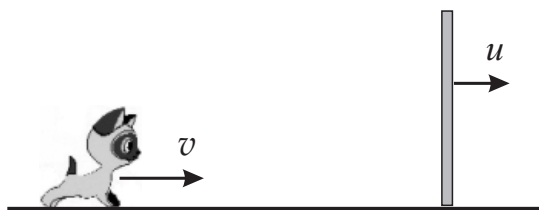


Рис. 9.1.



Рис. 9.2.

**Задача 9.4. Юный электрик.**

В наборе «Юный электрик» было две лампы с номинальной мощностью  $P_1 = 6$  Вт и  $P_2 = 9$  Вт, рассчитанные на одно и то же напряжение  $U$ . Найти мощности  $P'_1$  и  $P'_2$ , которые будут выделяться на каждой лампе, если их соединить последовательно и подключить к источнику с напряжением  $2U$ . Сопротивление ламп считать постоянным.

**Задача 9.5. Физика за завтраком.**

Как известно, сытое брюхо к учению глухо. Молодой горный тролль Кирпич спешно (со скоростью  $v = 1$  кг/мин) поглощает свой лавовый завтрак температурой  $t_{\text{л}} = 1200$  °С и одновременно решает домашнее задание по физике. Через какое время он потеряет способность решать задачи? Сколько задач он успеет решить к этому моменту? Обычная температура тролля равна  $0$  °С, масса Кирпича составляет 380 кг, а его удельная теплоёмкость совпадает с удельной теплоёмкостью лавы. Считать, что тепловое равновесие в организме тролля устанавливается достаточно быстро.

Согласно исследованиям британских учёных, скорость мыслительных процессов  $W$  у горных троллей зависит от температуры тела по закону  $W = W_0 \frac{1 - t/t_0}{1 - t/t_{\text{л}}}$ , где  $W_0 = 1$  задача в минуту,  $t$  — температура тролля в градусах Цельсия, а  $t_0 = 60$  °С.

10 класс

Продолжительность — 200 минут. Максимальный балл — 50.

**Задача 10.1. Движение с трением.**

Телу, лежащему на горизонтальной поверхности, сообщили скорость  $v = 5$  м/с, направленную вдоль этой поверхности. Найти возможные значения коэффициента трения тела о поверхность, если путь, пройденный телом за время  $t = 4$  с после начала движения, составил  $s = 5$  м. Ускорение свободного падения равно  $10$  м/с<sup>2</sup>.

**Задача 10.2. Реостат.**

На рис. 10.1 приведён график зависимости сопротивления  $R$  реостата, обмотка которого состоит из двух последовательно соединённых проволок одинакового поперечного сечения, от положения его ползунка  $x$ . Каково отношение удельных сопротивлений этих проволок?

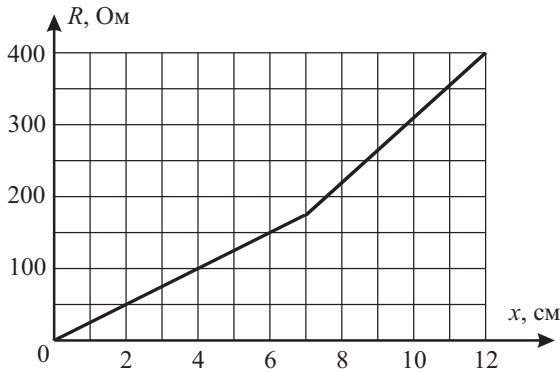
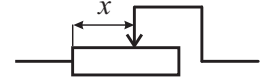


Рис. 10.1.

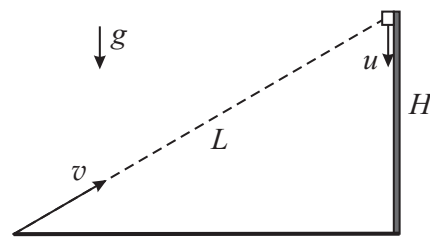


Рис. 10.2.

**Задача 10.3. Хулиган на стройке.**

Волк, гуляя по стройплощадке, заметил Зайца, садящегося в открытый лифт, находящийся на высоте  $H$  от земли. Из хулиганских побуждений Волк кинул в Зайца снежок с начальной скоростью  $v$ , целясь при этом точно в него (см. рис. 10.2). Одновременно с броском, лифт начал опускаться вниз с постоянной скоростью  $u$ . На каком расстоянии  $L$  от лифта находился Волк в момент броска, если снежок всё-таки попал в Зайца? Считать, что лифт в момент попадания ещё не остановился. Сопротивлением воздуха пренебречь.

**Задача 10.4. Теплоёмкость камня.**

У десятиклассника Пети есть мензурка, частично заполненная водой при температуре  $50^\circ\text{C}$  (рис. 10.3а). В неё мальчик быстро, но аккуратно, полностью погрузил подвешенный на ниточке нагретый камень. Дождавшись теплового равновесия, Петя вынул камень. В мензурке при этом осталась вода при температуре  $60^\circ\text{C}$  (рис. 10.3б). Чему равна удельная теплоёмкость камня, если его плотность —  $2500$  кг/м<sup>3</sup>, а начальная температура составляла  $80^\circ\text{C}$ ? Теплоёмкостью мензурки и теплообменом с окружающей средой пренебречь. Плотность воды —  $1000$  кг/м<sup>3</sup>, её удельная теплоёмкость —  $4200$  Дж/(кг · °C).

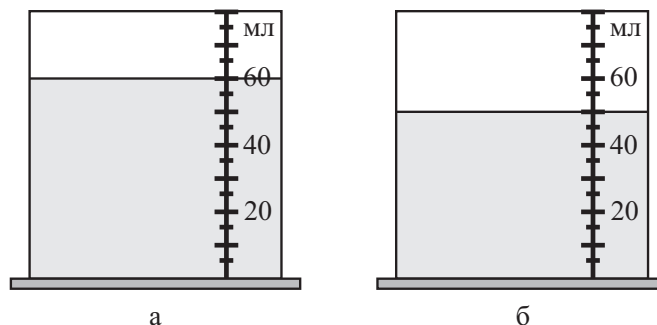


Рис. 10.3.

**Задача 10.5. Растущая тень.**

Точечный источник света, находящийся на высоте  $h$  от пола, освещает лежащий на полу шар диаметром  $d = 0,5$  м. Если источник опустить до высоты  $h/2$ , площадь тени, отбрасываемой шаром, увеличится в 3 раза. Найти начальную высоту  $h$ . Источник света и центр шара в обоих случаях лежат на одной вертикали.

11 класс

Продолжительность — 200 минут. Максимальный балл — 50.

**Задача 11.1. Разлёт зарядов.**

Вдоль одной прямой удерживаются три положительных электрических заряда, два из которых скреплены между собой невесомой нитью (рис. 11.1). Величины зарядов, их массы и расстояния между ними указаны на рисунке. Систему отпускают. При какой величине заряда  $Q$  два оставшихся заряда начнут движение с различным ускорением? Нить считать непроводящей и нерастяжимой.

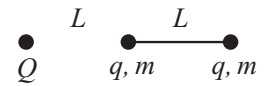


Рис. 11.1.

**Задача 11.2. Из жизни электрических рыб.**

Некоторые рыбы имеют электрические органы, состоящие из видоизменённых мышечных клеток. Каждую такую клетку можно считать источником напряжения. У электрического ската эти клетки сгруппированы в 600 параллельных рядов из 400 последовательно соединённых клеток. При этом электрический скат в морской воде создаёт ток  $I_1 = 50$  А. Каким образом нужно переподключить такое же количество электрических клеток в теле электрического угря, обитающего в речной воде, чтобы он мог создавать ток  $I_2 = 1$  А? Считайте, что полюса электрических органов у ската и угря расположены на одинаковом расстоянии, а удельное сопротивление морской воды в 1000 раз меньше, чем речной. Внутренним сопротивлением клеток пренебречь.

**Задача 11.3. Вверх-вниз.**

На наклонной плоскости с углом наклона  $\alpha$  ( $\text{tg } \alpha = 1/3$ ) удерживается небольшой брусок (см. рис. 11.2). В некоторый момент брусок отпускают, и он движется вниз до тех пор, пока не достигает стенки, перпендикулярной плоскости. Затем он упруго ударяется о неё и поднимается вверх. На какое максимальное расстояние от стенки уедет брусок после соударения? Коэффициент трения между бруском и плоскостью  $\mu = 1/5$ , начальное расстояние от бруска до стенки  $L = 30$  см.

**Задача 11.4. Подъёмное устройство.**

Учёный Иннокентий Иванов сконструировал подъёмное устройство (рис. 11.3), представляющее собой цилиндрический сосуд, заполненный идеальным одноатомным газом и закрытый лёгким поршнем, на который кладут груз. Для поднятия груза газ подогревают с помощью электрического нагревателя. Оказалось, что при напряжении в цепи нагревателя, равном  $U = 10$  В, груз массой  $m = 400$  г поднимается на высоту  $H = 10$  см за  $t = 4$  с. Найти силу тока в цепи нагревателя. Считать, что стенки сосуда и поршень тепло не проводят. Трением поршня о стенки сосуда пренебречь. Ускорение свободного падения равно  $10 \text{ м/с}^2$ .

**Задача 11.5. Вращающаяся система.**

Система, изображённая на рис. 11.4 состоит из двух шариков массы  $m$ , подвешенных на невесомых нитях длины  $L$  и соединённых пружиной жёсткости  $k$ . Пружина в нерастяннутом состоянии имеет длину  $L$ . С какой угловой скоростью  $\omega$  необходимо вращать систему вокруг вертикальной оси, проходящей через точку подвеса, чтобы нити образовывали прямой угол?

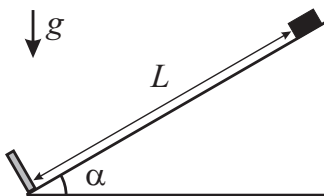


Рис. 11.2.

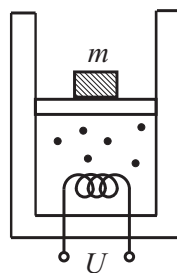


Рис. 11.3.

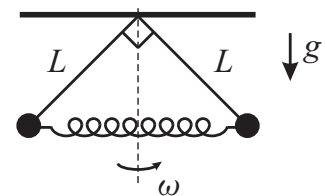


Рис. 11.4.