

7 класс

Продолжительность — 180 минут. Максимальный балл — 40.

Задача 7.1. Маша идёт в гости.

Первую часть своего пути до домика Медведя девочка Маша шла пешком. Оставшийся путь ей помогли преодолеть волки на своей машине «Скорой помощи», чья скорость была в 5 раз больше, чем скорость девочки. Зная, что на первую часть пути девочка потратила $\frac{3}{4}$ всего времени своего путешествия, а средняя скорость на всём пути до домика Медведя составила 5 м/с, определите: 1) скорость, с которой шла Маша, 2) какую часть всего пути до домика Медведя девочка шла пешком.

Задача 7.2. За двумя зайцами.

Вернувшись с рыбалки домой, Медведь обнаружил в огороде двух зайцев, бесцеремонно собирающих урожай моркови и капусты. Увидев Медведя, зайцы одновременно бросились бежать в противоположные стороны. Первый с ведром моркови побежал со скоростью 6 м/с, а второй с мешком капусты — со скоростью 4 м/с. Подумав немного, за кем бежать, Медведь бросился вдогонку за зайцем с морковью, через 2 мин догнал его, отобрал овощи и отчитал воришку в течение 40 с, затем побежал догонять второго.

1. Через какое время **после этого** он догонит второго зайца?

2. Сколько времени Медведь обдумывал, за кем ему побежать в первую очередь?

Скорость Медведя во время погони всегда равна 7 м/с. Считать, что все персонажи начали бежать из одной точки и движутся вдоль одной прямой.

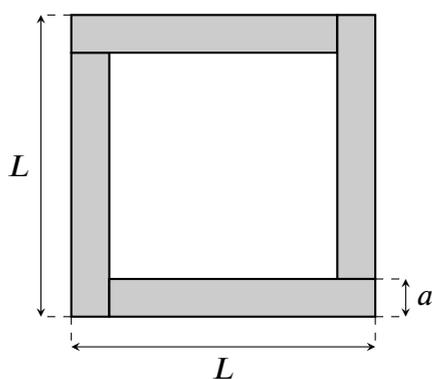
Задача 7.3. Обычное дело.

Мальчик Паша поехал с родителями на дачу. Сначала дорога была свободной, и скорость движения автомобиля составила 72 км/ч. Но затем автомобиль попал в пробку и двигался со скоростью 240 м/мин втрое дольше по времени, чем занял первый участок. Оставшийся отрезок пути до дачи был посвободнее, и автомобиль смог разогнаться до скорости 15 м/с. Определите, какую часть всего пути от дома до дачи автомобиль был в пробке, если время, затраченное на поездку, оказалось в 2 раза больше, чем в случае, когда автомобиль проехал бы весь путь с первоначальной скоростью.

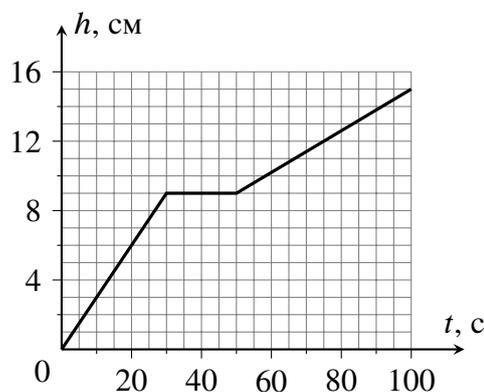
Задача 7.4. У колодца.

На дне пустого аквариума находится «колодец» — открытый сверху сосуд, стенки которого сложены из четырёх одинаковых толстых прямоугольных пластин (на рис. 7.1а изображён вид сверху). Пластины склеены между собой и с дном аквариума так, что вода сквозь швы внутрь «колодца» не протекает. В аквариум (снаружи от «колодца») со скоростью 45 мл/с начинают наливать воду. Используя график зависимости высоты уровня воды вблизи стенок аквариума от времени, приведённый на рис. 7.1б, определите: 1) площадь дна аквариума S , 2) высоту «колодца» H и длину стороны его основания L , 3) толщину стенок «колодца» a .

Стенки аквариума и стенки «колодца» вертикальны.



а)



б)

Рис. 7.1.

8 класс

Продолжительность — 180 минут. Максимальный балл — 40.

Задача 8.1. «Тяжёлые» доли.

Автомобиль на первом участке, равном трети всего пути, ехал со скоростью v , на втором участке — со скоростью $2v$, а на третьем участке, занявшем половину **всего времени** — со скоростью $v/2$. Средняя скорость автомобиля на всём пути оказалась равна 45 км/ч.

1. Чему равнялась скорость автомобиля на первой трети пути?
2. Какую часть всего пути и какую часть всего времени автомобиль двигался на втором участке?

Задача 8.2. Переливание жидкости.

Два открытых сверху цилиндрических сосуда одинаковой высоты $H = 48$ см, площади поперечного сечения которых отличаются в 3 раза, соединены друг с другом внизу тонкой горизонтальной трубкой с вентиляем (рис. 8.1). Вначале вентиль закрыт. Узкий сосуд доверху заполняют водой, а широкий также доверху заполняют керосином. Вентиль медленно открывают. Найдите высоту оставшегося столба воды в узком сосуде. Плотность керосина равна 800 кг/м^3 , плотность воды — 1000 кг/м^3 . Объёмом жидкости в соединительной трубке можно пренебречь.

Задача 8.3. По следам Архимеда.

У экспериментатора Иннокентия Иванова есть ювелирное украшение, одна часть которого сделана из серебра, а другая — из стали. Учёный, подвесив украшение с помощью непроводящей тепло нити на крюке динамометра и нагрев его в кипятке, погрузил в воду с температурой 25°C , находящуюся в калориметре. В результате экспериментов Иннокентия выяснилось, что вес украшения, полностью погружённого в воду, равен $0,72 \text{ Н}$, а установившаяся температура в калориметре стала 30°C . Определите массу серебра и массу стали в украшении, если масса воды в калориметре равна 100 г , и она из сосуда не выливалась. Плотность стали равна $7,8 \text{ г/см}^3$, её удельная теплоёмкость — $500 \text{ Дж/(кг}\cdot^\circ\text{C)}$; плотность серебра — $10,5 \text{ г/см}^3$, его удельная теплоёмкость — $250 \text{ Дж/(кг}\cdot^\circ\text{C)}$; плотность воды — 1 г/см^3 , её удельная теплоёмкость — $4200 \text{ Дж/(кг}\cdot^\circ\text{C)}$. Ускорение свободного падения принять равным 10 Н/кг , теплообменом со стенками калориметра и окружающей средой пренебречь.

Задача 8.4. Равновесие на блоках.

Однородный рычаг массой $M = 360 \text{ г}$ подвешен к системе блоков так, как показано на рис. 8.2. Груз какой массы m нужно подвесить к левому концу рычага, чтобы система находилась в равновесии? Массой блоков и нитей пренебречь. Для удобства на стержень нанесены штрихи, делящие его на равные части. Трение в системе отсутствует.

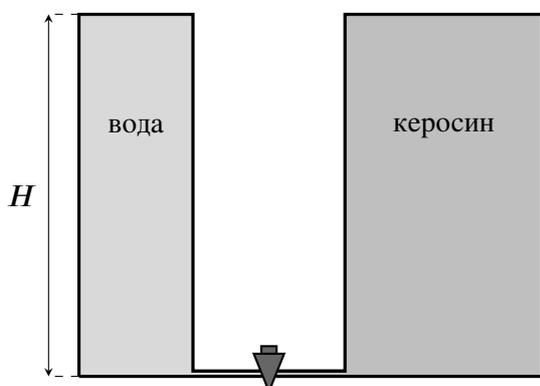


Рис. 8.1.

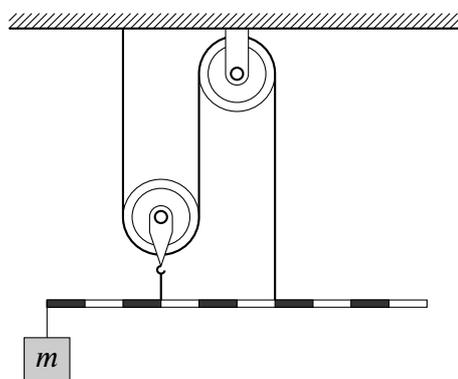


Рис. 8.2.

9 класс

Продолжительность — 230 минут. Максимальный балл — 50.

Задача 9.1. Бегуны.

Крош и Бараш как-то устроили забег. Стартовав одновременно из одной точки, они побежали по лесной дорожке. Бараш, набрав некоторую скорость, удерживал её в течение всей дистанции, в то время как Крош бежал, всё время увеличивая свою скорость. Дотошный Лосяш, судивший забег, изобразил графики движения соревнующихся Смешариков (начало графика изображено на рис. 9.1).

1. Определите, через какое время после старта Крош догонит Бараша.
2. На каком расстоянии от точки старта это произойдёт?
3. На какое максимальное расстояние Бараш опережал Кроша в течение этого забега?

Задача 9.2. Паша экспериментирует.

Готовясь к экспериментальному туру олимпиады по физике, мальчик Паша спаял схему, изображённую на рис. 9.2. К точкам C и D он подсоединил выводы мультиметра. В результате измерений Паша оказалось, что в режиме вольтметра мультиметр показывает 6 В, а в режиме амперметра — 5 мА. Чему равно сопротивление резистора R_x , если $R = 700$ Ом? Мультиметр в обоих режимах можно рассматривать как соответствующий идеальный прибор. Сопротивлением соединительных проводов пренебречь.

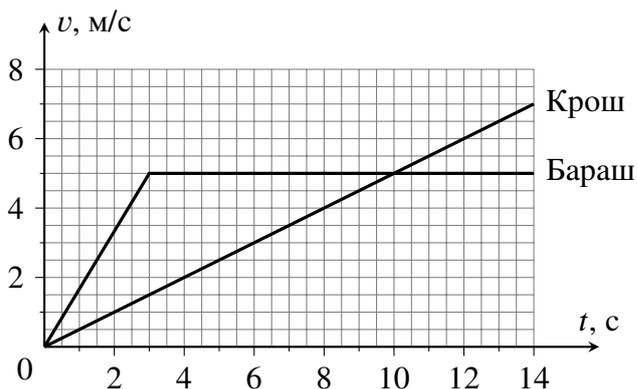


Рис. 9.1.

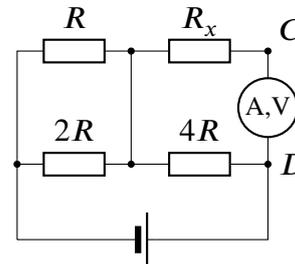


Рис. 9.2.

Задача 9.3. Ох уж эти зайцы!

Девочка Маша и заяц нашли как-то на поляне бревно длиной 2 м. Положив это бревно на опору и усевшись на его противоположных концах, они стали качаться. Оказалось, что бревно находится в равновесии, когда Маша сидит на расстоянии 50 см от точки опоры. Тут из леса выбежал второй заяц, заявил, что тоже хочет качаться, и уселся на 30 см впереди первого. Чтобы восстановить равновесие бревна девочке пришлось отодвинуть точку опоры от себя на 10 см.

1. Определите массу бревна, считая его прямым и однородным.
2. На сколько сантиметров Маше придётся сдвинуть ещё раз точку опоры (относительно предыдущего случая), чтобы восстановить равновесие бревна, когда третий заяц сядет на него на 30 см впереди второго?

Масса Маши равна 39 кг, а массы всех зайцев одинаковы.

Задача 9.4. Две ледяных вазы.

Экспериментатор Иннокентий Иванов создал в своей лаборатории две внешне совершенно одинаковые ледяные вазы. Теплоизолировав их снаружи, учёный быстро заполнил обе вазы до краёв водой при температуре 0°C . Какой была ёмкость и масса изготовленных Иннокентием ваз, если после установления теплового равновесия в первой вазе осталось 500 см^3 жидкой воды, а во второй — 640 см^3 ? Начальная температура первой вазы составляла -33°C , а у второй была -22°C . Удельная теплоёмкость льда равна $2100\text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{C})$, его удельная теплота плавления — $330\text{ кДж}/\text{кг}$, а плотность — $900\text{ кг}/\text{м}^3$.

Задача 9.5. За мёдом!

Винни-Пух как-то решил сделать воздушный шар для своих полётов за мёдом. Взяв у Кристофера Робина тонкий, нерастягивающийся и непроницаемый для газов материал оболочки и баллоны с гелием для её заполнения, он приступил к работе. Методом проб и ошибок Винни-Пух выяснил, что шар, заполненный гелием, начинает его поднимать, если радиус шара больше 2 м .

1. При каком минимальном радиусе шар поднимался бы без груза?
2. Какую максимальную массу мёда (вдобавок к самому Винни-Пуху) сможет поднять шар радиусом $2,5\text{ м}$?

Масса Винни-Пуха равна 25 кг , плотность воздуха — $1,28\text{ кг}/\text{м}^3$, плотность гелия — $0,18\text{ кг}/\text{м}^3$. Объёмами медвежонка и мёда по сравнению с объёмом шара можно пренебречь. Каждый раз оболочка шара делается заново.

Примечание: Объём шара радиуса R равен $V = 4\pi R^3/3$, площадь сферы того же радиуса — $S = 4\pi R^2$, где $\pi \approx 3,14$.

10 класс

Продолжительность — 230 минут. Максимальный балл — 50.

Задача 10.1. Перекидывание камней.

Из точек A и B , находящихся на одной горизонтальной поверхности, одновременно бросили два камня: первый — со скоростью $v = 15$ м/с под углом $\alpha = 45^\circ$ к горизонту, второй — под углом $\beta = 60^\circ$ (см. рис. 10.1). Через какое время после броска камни окажутся на одной вертикали, если в процессе дальнейшего движения первый камень упал в точке B , а второй, наоборот, в точке A ? Ускорение свободного падения принять равным $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха не учитывать.

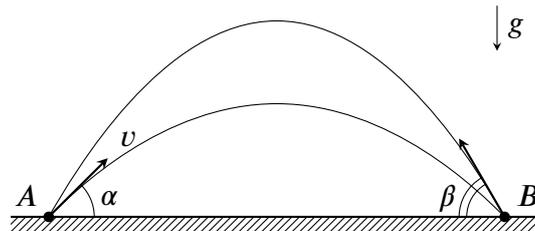


Рис. 10.1.

Задача 10.2. Кот и мышата.

Озорные мышата подкрались к спящему в точке O коту Леопольду, дёрнули его за усы и одновременно бросились бежать со скоростью v по двум взаимно перпендикулярным прямым (см. рис. 10.2). Проснувшись и сообразив, что происходит, Леопольд побежал со скоростью $5v$ вдогонку за первым мышонком, через время τ догнал его и сразу же побежал ко второму.

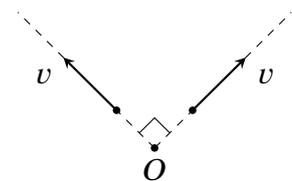


Рис. 10.2.

1. Через какое минимальное время после встречи с первым мышонком кот догонит второго?
2. Через какое минимальное время после встречи со вторым мышонком кот вернётся в точку O ?

Скорость кота по величине не меняется.

Задача 10.3. Авария в далёком космосе.

Однажды на Шаролёте, космическом корабле Смешариков, произошла авария, система отопления отключилась, и корабль стал остывать. Пин, поработав в своей мастерской, собрал автономный электрический обогреватель и включил его. В результате температура воздуха в Шаролёте установилась на отметке $t_1 = 7^\circ\text{C}$. Решив, что в корабле холодно, Пин увеличил силу тока в цепи обогревателя вдвое, из-за чего новая температура воздуха внутри корабля стала $t_2 = 17^\circ\text{C}$.

1. До какой температуры охладился бы воздух внутри Шаролёта, если бы Пин не собрал обогреватель?
2. Во сколько раз от первоначального значения нужно было увеличить силу тока в обогревателе, чтобы он прогрел воздух до температуры $t_3 = 25^\circ\text{C}$?

Считать, что температура воздуха внутри Шаролёта везде одинакова, а сопротивление обогревателя и тепловая мощность, выделяемая Смешариками постоянны. Мощность, отдаваемая телом в космический вакуум за счёт излучения, пропорциональна $(t + 273^\circ\text{C})^4$, где t — температура тела (в $^\circ\text{C}$).

Задача 10.4. Нелинейные элементы.

Физик-экспериментатор Иннокентий Иванов собрал электрическую цепь, состоящую из соединённых последовательно нелинейного элемента X , резистора сопротивлением R , идеального амперметра, ключа и источника постоянного напряжения $U_0 = 24$ В. После замыкания ключа амперметр показал значение $I_1 = 500$ мА. Учёный разомкнул цепь и подсоединил параллельно к элементу X второй, точно такой же нелинейный элемент. После повторного замыкания ключа амперметр показал значение $I_2 = 640$ мА.

1. Определите сопротивление резистора R .
2. Какое значение показал бы амперметр, если бы в цепи нелинейные элементы были соединены последовательно?

Известно, что сила тока, проходящего через элемент X , пропорциональна квадрату приложенного к нему напряжения, то есть $I \sim U^2$. Сопротивлением соединительных проводов пренебречь.

Задача 10.5. Под углом.

Систему из двух брусков одинаковой массы $m = 0,7$ кг, находящихся на горизонтальной поверхности, тянут вправо, прикладывая горизонтальную силу $F = 5$ Н. Найдите ускорение системы, если коэффициент трения между левым бруском и поверхностью равен $\mu = 2/5$, а между правым бруском и поверхностью трение отсутствует. Нить, соединяющая бруски, образует угол α с горизонталью (см. рис. 10.3), такой, что $\sin \alpha = 5/13$. Нить считать невесомой и нерастяжимой, ускорение свободного падения принять равным $g = 10$ м/с², сопротивлением воздуха пренебречь.

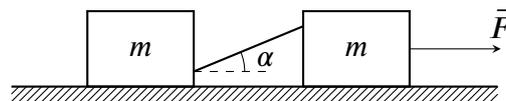


Рис. 10.3.

11 класс

Продолжительность — 230 минут. Максимальный балл — 50.

Задача 11.1. Космическая одиссея.

Как-то раз Крош оказался в ракете, построенной Пином (рис. 11.1). Заметив, что ракета взлетает, Крош стал, чтобы привлечь внимание, с интервалом $\tau = 1$ с выбрасывать в иллюминатор разные предметы, которые смог найти внутри. На каком расстоянии друг от друга эти предметы будут падать на землю, если начальная скорость всех предметов **относительно ракеты** равна $v = 12$ м/с и направлена горизонтально. Ракета взлетает с постоянным ускорением $a = 6$ м/с². Ускорение свободного падения принять равным $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха не учитывать, а поверхность земли считать горизонтальной.



Рис. 11.1.

Задача 11.2. Толкай сильнее!

На гладкой горизонтальной поверхности находится система, состоящая из бруска массой $M = 3$ кг с прикрепленным к нему невесомым блоком и груза массой $m = 0,5$ кг, привязанного с помощью нити к стене. С каким ускорением будет двигаться брусок, если его толкать с силой $F = 13$ Н, направленной вправо (см. рис. 11.2)? Ускорение свободного падения принять равным $g = 10$ м/с². Между бруском и грузом, а также в оси блока трения нет. Нить считать невесомой и нерастяжимой.

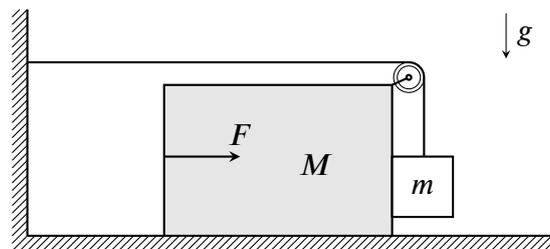


Рис. 11.2.

Задача 11.3. Ток между конденсаторами.

Цепь, изображённая на рис. 11.3, состоит из двух конденсаторов с ёмкостями C и $2C$, резистора и ключа K . Вначале конденсатор ёмкостью $2C$ не заряжен, а ключ разомкнут. После того как ключ замкнули, выяснилось, что когда заряд конденсатора $2C$ равен Q , сила тока через резистор равна I_0 , а когда заряд стал равен $2Q$, сила тока через резистор упала до $I_0/3$.

1. Каков был заряд конденсатора ёмкостью C до замыкания ключа?
 2. Определите силу тока через резистор сразу после замыкания ключа.
 3. Какие заряды установятся на конденсаторах в результате перезарядки?
- Сопротивлением соединительных проводов пренебречь.

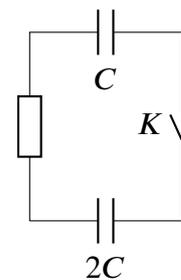


Рис. 11.3.

Задача 11.4. Поршень на пружине.

В вертикальном цилиндрическом теплоизолированном сосуде находится горизонтальный поршень массой $m = 10$ кг, прикрепленный с помощью лёгкой пружины к его верхней стенке, и расположенный у нижнего основания миниатюрный нагреватель. Под поршнем находится идеальный одноатомный газ, а над поршнем — вакуум. В начальном положении поршень расположен на высоте $h = 80$ см от нижнего основания (см. рис. 11.4), пружина не деформирована. Определите жёсткость пружины k , если после передачи газу количества теплоты $Q = 130$ Дж, поршень поднялся на высоту $h/4$. Трением между поршнем и стенками пренебречь. Ускорение свободного падения принять равным $g = 10$ м/с².

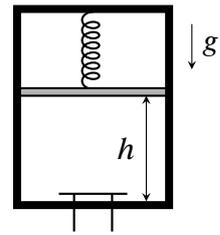


Рис. 11.4.

Задача 11.5. Разлёт шайб.

На гладком горизонтальном столе лежат, касаясь друг друга, две одинаковые шайбы радиуса R . На них со скоростью v налетает третья шайба, имеющая радиус $r = R/3$, причём её центр движется по прямой, являющейся серединным перпендикуляром отрезка, соединяющего центры покоящихся шайб (см. рис. 11.5). Найдите скорость, с которой будет двигаться третья шайба после абсолютно упругого столкновения. Все шайбы гладкие, сделаны из одинакового однородного материала и имеют одну и ту же высоту.

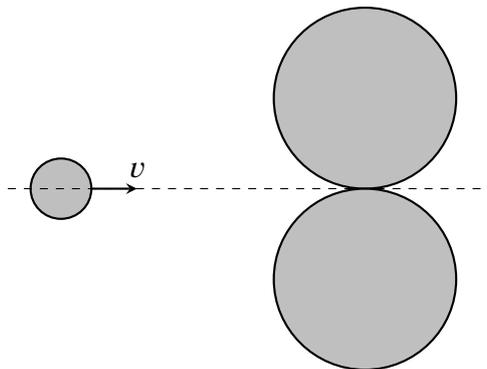


Рис. 11.5.