

5-6 класс

Продолжительность — 90 минут. Максимальный балл — 30.

Задача 6.1. Старинная пословица.

Путь в тысячу *ли* начинается с первого шага (китайская пословица).
Путь в тысячу *ри* начинается с первого шага (японская пословица).

Китайские единицы измерения в древности были заимствованы японцами. Так, единица «ли», использовавшаяся для измерения больших расстояний, превратилась в «ри», а «чи», употреблявшаяся для измерения малых расстояний, стала называться «сяку» (иероглифы одни и те же). Однако с течением времени определение японских и китайских единиц изменилось. Известно, что в современном Китае $1 \text{ ли} = 1500 \text{ чи}$, а в Японии $1 \text{ ри} = 36 \text{ тё}$, $1 \text{ тё} = 360 \text{ сяку}$. Насколько больший путь (в километрах) описан в японском варианте пословицы по сравнению с китайским, если $33 \text{ сяку} = 10 \text{ м}$, а $1 \text{ м} = 3 \text{ чи}$?

Задача 6.2. Трансокеанские перелёты.

Самолёт авиакомпании «Qantas» вылетел из Лос-Анджелеса в среду в 22:40 и приземлился в Сиднее в 8:40 пятницы. Обратный рейс вылетел тем же днём в 11:40 и вернулся в Лос-Анджелес в 6:10 в пятницу. Какова разница между местным временем Сиднея и Лос-Анджелеса, если в первом случае средняя скорость самолёта была на 10% меньше, чем во втором? Время вылета и прилёта самолёта везде указано местное. Расстояние, которое пролетает самолёт туда и обратно, считать одинаковым.

Задача 6.3. Перекус Карлсона.

Карлсон получил в подарок от своей бабушки большую банку варенья. До приезда телевидения оставалось 1,5 часа, и он решил подкрепиться. Первую половину содержимого Карлсон съел со скоростью 9 ложек в минуту. Потом позвонил Малыш, и Карлсон в течение получаса, отвлекаясь на разговор, стал есть со скоростью 4 ложки в минуту. Когда друзья наговорились, оказалось, что в банке осталась треть от её первоначального содержимого. С какой минимальной скоростью Карлсон должен есть оставшуюся часть варенья, чтобы успеть закончить еду к приезду телевидения?

7 класс

Продолжительность — 120 минут. Максимальный балл — 40.

Задача 7.1. Старинная пословица.

Путь в тысячу *ли* начинается с первого шага (китайская пословица).

Путь в тысячу *ри* начинается с первого шага (японская пословица).

Китайские единицы измерения в древности были заимствованы японцами. Так, единица «ли», использовавшаяся для измерения больших расстояний, превратилась в «ри», а «чи», употреблявшаяся для измерения малых расстояний, стала называться «сяку» (иероглифы одни и те же). Однако с течением времени определение японских и китайских единиц изменилось. Известно, что в современном Китае $1 \text{ ли} = 1500 \text{ чи}$, а в Японии $1 \text{ ри} = 36 \text{ тё}$, $1 \text{ тё} = 360 \text{ сяку}$. Насколько больший путь (в километрах) описан в японском варианте пословицы по сравнению с китайским, если $33 \text{ сяку} = 10 \text{ м}$, а $1 \text{ м} = 3 \text{ чи}$?

Задача 7.2. Трансокеанские перелёты.

Самолёт авиакомпании «Qantas» вылетел из Лос-Анджелеса в среду в 22:40 и приземлился в Сиднее в 8:40 пятницы. Обратный рейс вылетел тем же днём в 11:40 и вернулся в Лос-Анджелес в 6:10 в пятницу. Какова разница между местным временем Сиднея и Лос-Анджелеса, если в первом случае средняя скорость самолёта была на 10% меньше, чем во втором? Время вылета и прилёта самолёта везде указано местное. Расстояние, которое пролетает самолёт туда и обратно, считать одинаковым.

Задача 7.3. Перекус Карлсона.

Карлсон получил в подарок от своей бабушки большую банку варенья. До приезда телевидения оставалось 1,5 часа, и он решил подкрепиться. Первую половину содержимого Карлсон съел со скоростью 9 ложек в минуту. Потом позвонил Малыш, и Карлсон в течение получаса, отвлекаясь на разговор, стал есть со скоростью 4 ложки в минуту. Когда друзья наговорились, оказалось, что в банке осталась треть от её первоначального содержимого. С какой минимальной скоростью Карлсон должен есть оставшуюся часть варенья, чтобы успеть закончить еду к приезду телевидения?

Задача 7.4. Интервью Карлсона.

Во время своего интервью городскому телевидению Карлсон вспомнил про один случай. Как-то раз, сидя на краю крыши, он увидел внизу жулика, выбегающего из подъезда дома со скоростью 7 м/с. Карлсон не растерялся, сразу же спикировал вертикально вниз со скоростью 15 м/с, погнался за него и догнал его. Ещё Карлсон заметил, что скорость его горизонтального полёта была равна 10 м/с, а высота, с которой он пикировал, составила 27 м. На каком расстоянии от подъезда Карлсон догнал жулика? Сколько времени прошло от момента обнаружения жулика до его поимки? Считать, что жулик убегал по прямой.

8 класс

Продолжительность — 120 минут. Максимальный балл — 40.

Задача 8.1. Средняя скорость.

Автомобиль ехал из Аистово в Ведёркино через деревню Борисово. На участке между Аистово и Борисово он двигался со скоростью, вдвое большей его средней скорости на всём пути. На участке Борисово–Ведёркино его скорость упала и составила половину от средней скорости. Какую долю всего пути от Аистово до Ведёркино составил первый участок?

Задача 8.2. Брусок в мерном сосуде.

В мерном сосуде с водой находится деревянный брусок, на котором лежит металлическая деталь массой 12 г (см. рис. 8.1а). Деталь скатилась и упала на дно сосуда (рис. 8.1б). Определите с помощью рисунков объём бруска и плотность материала, из которого сделана деталь. Плотность воды равна 1000 кг/м^3 . Брусок имеет форму прямоугольного параллелепипеда.



Рис. 8.1.

Задача 8.3. Переливание воды.

В двух одинаковых алюминиевых калориметрах находится в тепловом равновесии вода: в первом — 60 г при температуре 10°C , во втором — 40 г при температуре 80°C . Воду из второго калориметра переливают в первый калориметр, после чего температура воды в нём становится равной 36°C . Какова масса калориметра? Удельная теплоёмкость воды равна $4200 \text{ Дж/(кг}\cdot^\circ\text{C)}$, алюминия — $920 \text{ Дж/(кг}\cdot^\circ\text{C)}$. Теплообменом с окружающей средой пренебречь.

Задача 8.4. Сплошной и полый.

На концах невесомого рычага подвешены два алюминиевых шарика одинакового объёма: один сплошной, а другой — полый (рис. 8.2). Оба шарика полностью погружены в воду. Какую долю объёма полого шарика занимает его полость? Плотность алюминия равна 2700 кг/м^3 , плотность воды — 1000 кг/м^3 . Для удобства рычаг разделён штрихами на 7 равных частей.

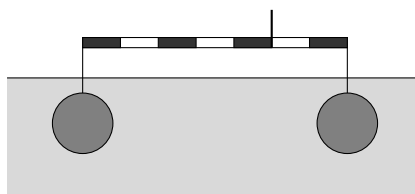


Рис. 8.2.

9 класс

Продолжительность — 150 минут. Максимальный балл — 50.

Задача 9.1. Водоплавающий алюминий.

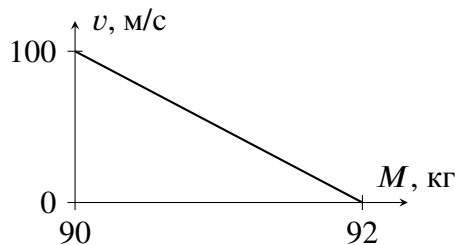
Для того, чтобы удержать полый алюминиевый шарик объёмом 162 см^3 полностью погружённым в воду, нужно на него **давить вниз** с силой, вдвое большей веса этого шарика в воздухе. Каков объём полости шарика? Плотность алюминия равна 2700 кг/м^3 , плотность воды — 1000 кг/м^3 .

Задача 9.2. После карантина.

Супермен, навестив свою бабушку и захватив с собой корзину с пирожками, полетел обратно домой (рис. 9.1а). В полёте он непрерывно поедал гостинцы со скоростью 2 пирожка в минуту, отчего скорость его полёта постепенно уменьшалась. График зависимости скорости полёта Супермена v от массы его тела M приведён на рис. 9.1б. Какое максимальное расстояние сможет пролететь супергерой, если масса Супермена перед вылетом от бабушки равна 90 кг , а масса одного пирожка равна $m = 80 \text{ г}$?



а)



б)

Рис. 9.1.

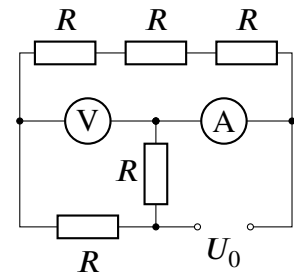


Рис. 9.2.

Задача 9.3. Пять резисторов.

Цепь, изображённая на рис. 9.2, состоит из пяти одинаковых резисторов, источника постоянного напряжения и амперметра с вольтметром. Определите напряжение источника U_0 и сопротивление R , если амперметр показывает 20 мА , а вольтметр — $4,5 \text{ В}$. Все приборы считать идеальными.

Задача 9.4. Двусоставный стержень.

Стержень постоянного сечения, одна часть которого изготовлена из дерева, а другая из чугуна, уравновешен на опоре. Длина деревянной части стержня равна $1,5 \text{ м}$, длина чугунной — 10 см . На каком расстоянии от места соединения двух частей должна находиться опора? Плотность дерева равна 700 кг/м^3 , плотность чугуна — 7000 кг/м^3 .

Задача 9.5. Переливание воды-2.

У мальчика Паши есть два одинаковых калориметра. В первом из них находится в тепловом равновесии 25 г льда при температуре 0°C , а во втором — 50 г воды при температуре 60°C . Воду из второго калориметра он перелил в первый калориметр, и в нём установилась температура 10°C . После этого Паша повторил эксперимент с теми же количествами льда и воды при тех же начальных условиях, но теперь пересыпав лёд из первого калориметра во второй. Какая температура установится во втором калориметре в этом случае? Удельная теплоёмкость воды равна $4200 \text{ Дж/(кг} \cdot ^\circ\text{C)}$, удельная теплота плавления льда — 330 кДж/кг . Теплообменом с окружающей средой пренебречь.

10 класс

Продолжительность — 150 минут. Максимальный балл — 50.

Задача 10.1. Кидаем вверх.

С какой начальной скоростью нужно бросить вертикально вверх тело, чтобы модуль его перемещения за первую секунду и за первые две секунды (от момента броска) был одинаковым? Рассмотрите все возможные варианты. Сопротивлением воздуха пренебречь. Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с^2 .

Задача 10.2. На дне и на плаву.

Два сплошных кубика, связанных нитью, находятся в неизвестной жидкости (рис. 10.1). Верхний кубик сделан из дерева с плотностью 600 кг/м^3 и погружен в жидкость на $3/4$ своего объёма. Нижний кубик сделан из стали (плотность 7800 кг/м^3), и длина его ребра в два раза меньше длины ребра верхнего. Определите плотность неизвестной жидкости, если сила давления нижнего кубика на дно в $1,75$ раз больше силы натяжения нити. Нить считать невесомой и нерастяжимой.

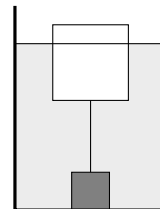


Рис. 10.1.

Задача 10.3. Бусинка на пружине.

Бусинка массой $m = 10 \text{ г}$, находящаяся на гладкой горизонтальной поверхности, вращается вокруг вертикальной оси O , с которой она соединена с помощью невесомой пружины жёсткости $k = 64 \text{ Н/м}$ (на рис. 10.2 изображён вид сверху). Какое количество оборотов **за минуту** делает бусинка, если её скорость равна $v = 8 \text{ м/с}$, а длина пружины в нерастянутом состоянии $L = 15 \text{ см}$? Сопротивление воздуха не учитывать.

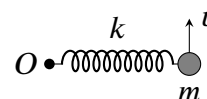


Рис. 10.2.

Задача 10.4. Лёд под поршнем.

В теплоизолированном цилиндрическом сосуде под поршнем находится смесь воды и льда при температуре 0°C (рис. 10.3). Вблизи дна сосуда находится нагревательный элемент. Какова его мощность P , если в процессе работы нагревателя поршень опускается со скоростью $v = 2 \text{ мм/мин}$? Площадь поршня $S = 100 \text{ см}^2$. Плотность воды равна 1000 кг/м^3 , льда — 900 кг/м^3 , удельная теплота плавления льда — 330 кДж/кг . Поршень прилегает вплотную к поверхности воды.

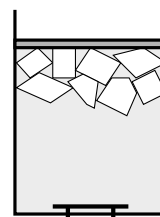


Рис. 10.3.

Задача 10.5. Чёрный ящик.

Десятиклассник Паша исследовал «чёрный ящик», содержащий батарейку, последовательно соединённую с резистором, с помощью двух **одинаковых** вольтметров. Когда он подключил к выводам «чёрного ящика» один вольтметр (рис. 10.4а), тот показал напряжение $U_1 = 3,9 \text{ В}$. Когда же он подключил к этим выводам ещё один вольтметр (параллельно первому, см. рис. 10.4б), то каждый из них стал показывать напряжение $U_2 = 2,4 \text{ В}$. Какое напряжение покажут эти вольтметры, если их соединить последовательно и подключить к выводами такого «чёрного ящика» (рис. 10.4в)? Напряжение на батарейке «чёрного ящика» в течение эксперимента не изменяется.

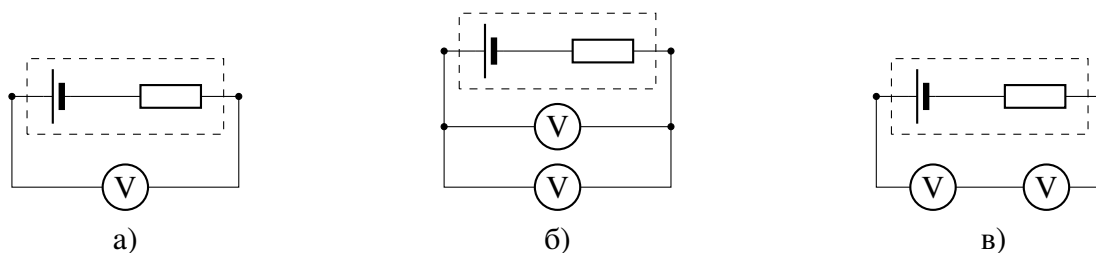


Рис. 10.4.

11 класс

Продолжительность — 150 минут. Максимальный балл — 50.

Задача 11.1. Под натяжением.

Через блок перекинута нить, к обоим концам которой привязаны грузы массой M . К одному из этих грузов с помощью второй нити снизу прикреплён груз массой m (см. рис. 11.1).

1. Чему должно быть равно отношение M/m , чтобы при движении системы сила натяжения нити, связывающей грузы с массами m и M , была в три раза меньше силы натяжения нити, перекинутой через блок?

2. Каково при этом ускорение грузов?

Все нити невесома и нерастяжимы. Трением и сопротивлением воздуха пренебречь.

Задача 11.2. Сложная цепь.

Электрическая цепь, изображённая на рис. 11.2, состоит из резисторов $R_1 = 100$ Ом и $R_2 = 300$ Ом, идеального источника с ЭДС $\mathcal{E} = 1,4$ В и двух идеальных амперметров. Определите показания этих амперметров.

Задача 11.3. Разность уровней.

Цилиндрическую трубку длиной $L = 30$ см, запаянную с одного конца, медленно погрузили в вертикальном положении открытым концом в сосуд со ртутью. В результате её верхний конец оказался вровень с поверхностью жидкости в сосуде (см. рис. 11.3). Определите разность уровней ртути h вне и внутри трубки? Атмосферное давление равно $p_0 = 750$ мм рт. ст. Толщиной стенок трубки пренебречь. Капиллярные эффекты не учитывать.

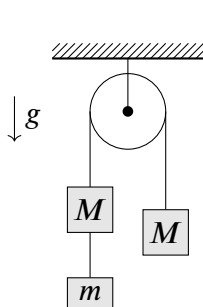


Рис. 11.1.

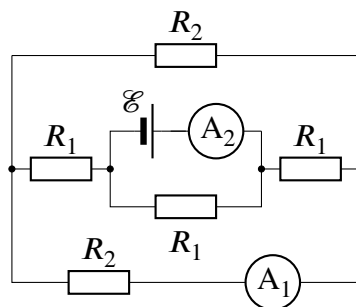


Рис. 11.2.

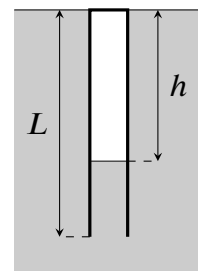


Рис. 11.3.

Задача 11.4. Максимальная деформация.

На гладком горизонтальном столе покоится система из двух брусков с массами $4m$ и $2m$, связанными между собой лёгкой пружиной. Вдоль поверхности стола со скоростью v летит шарик массой m (рис. 11.4), ударяется в правый брусок и прилипает к нему. Каково максимальное сжатие пружины в процессе дальнейшего движения системы? Коэффициент жёсткости пружины равен k . Сопротивлением воздуха пренебречь.

Задача 11.5. Подзаряженный конденсатор.

В цепи, состоящей из последовательно соединённых батарейки с ЭДС \mathcal{E} , двух конденсаторов ёмкостью C и $2C$ и ключа K , ключ сначала разомкнут, а конденсатор C заряжен до напряжения \mathcal{E} (полярность указана на рис. 11.5). Определите заряды, которые установятся на конденсаторах после замыкания ключа.

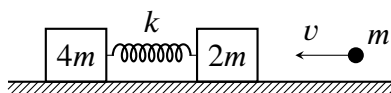


Рис. 11.4.

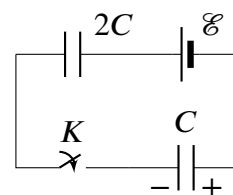


Рис. 11.5.