

5-6 класс

Продолжительность — 90 минут. Максимальный балл — 30.

Задача 6.1. Который час?

Сутки в Древнем Египте делились на часы следующим образом: время от рассвета до заката делилось на 12 равных дневных часов, а время от заката до рассвета — на 12 равных ночных часов. Продолжительность дневного и ночного часа, как следствие, зависела от конкретной даты измерения. В одном из древних папирусов было сказано, что некоторая важная церемония началась через два часа (дневных) после рассвета, а закончилась через час (ночной) после заката. К сожалению, точная дата этой церемонии стёрлась от времени. Найдите минимальную и максимальную продолжительность (в современных часах) этой церемонии.

Примечание: Самый длинный день начинается (в Египте) в 5:00 и заканчивается в 19:00. Самый короткий день, соответственно, начинается в 7:00 и заканчивается в 17:00.

Задача 6.2. Газонокосильщики.

Известно, что газон футбольного поля один опытный рабочий обычно стрижёт за 8 часов. Как-то раз, накануне открытия сезона, потребовалось срочно постричь газон. Для ускорения процесса в пару к опытному рабочему придали ещё одного, молодого, который стрижёт вдвое медленнее. Однако оказалось, что косилка у молодого рабочего была неисправна, поэтому он смог начать работу только через час после опытного коллеги. Сколько времени в общей сложности им потребовалось, чтобы выполнить задание?

Задача 6.3. Восток — дело тонкое!

В Японии существовала единица измерения больших объёмов, называемая «коку». Так, например, считалось, что одного коку риса должно хватить на год для пропитания взрослому человеку. В японской системе мер 1 коку состоял из 100 сё, а 1 сё соответствовал объёму ящика, длина и ширина которого равны 49 бу, а высота — 27 бу. Определите объём одного коку в литрах, если 1 м равен 330 бу.

7 класс

Продолжительность — 120 минут. Максимальный балл — 40.

Задача 7.1. Который час?

Сутки в Древнем Египте делились на часы следующим образом: время от рассвета до заката делилось на 12 равных дневных часов, а время от заката до рассвета — на 12 равных ночных часов. Продолжительность дневного и ночного часа, как следствие, зависела от конкретной даты измерения. В одном из древних папирусов было сказано, что некоторая важная церемония началась через два часа (дневных) после рассвета, а закончилась через час (ночной) после заката. К сожалению, точная дата этой церемонии стёрлась от времени. Найдите минимальную и максимальную продолжительность (в современных часах) этой церемонии.

Примечание: Самый длинный день начинается (в Египте) в 5:00 и заканчивается в 19:00. Самый короткий день, соответственно, начинается в 7:00 и заканчивается в 17:00.

Задача 7.2. Газонокосильщики.

Известно, что газон футбольного поля один опытный рабочий обычно стрижёт за 8 часов. Как-то раз, накануне открытия сезона, потребовалось срочно постричь газон. Для ускорения процесса в пару к опытному рабочему придали ещё одного, молодого, который стрижёт вдвое медленнее. Однако оказалось, что косилка у молодого рабочего была неисправна, поэтому он смог начать работу только через час после опытного коллеги. Сколько времени в общей сложности им потребовалось, чтобы выполнить задание?

Задача 7.3. Восток — дело тонкое!

В Японии существовала единица измерения больших объёмов, называемая «коку». Так, например, считалось, что одного коку риса должно хватить на год для пропитания взрослому человеку. В японской системе мер 1 коку состоял из 100 сё, а 1 сё соответствовал объёму ящика, длина и ширина которого равны 49 бу, а высота — 27 бу. Определите объём одного коку в литрах, если 1 м равен 330 бу.

Задача 7.4. Челночный бег.

Во время уборки школьной территории двое школьников понесли носилки с мусором. В это время вдоль них стал туда-сюда бегать маленький котёнок. Когда котёнок бежит навстречу ребятам, он пробегает мимо них в 1,5 раза быстрее, чем при движении в противоположном направлении. Какова скорость котёнка, если школьники идут со скоростью 0,7 м/с? Скорость котёнка одинакова в обоих случаях. Размерами котёнка можно пренебречь.

8 класс

Продолжительность — 120 минут. Максимальный балл — 40.

Задача 8.1. Как я провёл лето.

Как-то летом, находясь в отпуске, Василий поехал на своём автомобиле к морю. Дорога шла через горный перевал. Подъём занял первую треть пути, и автомобиль двигался на этом участке со скоростью 24 км/ч. Затем одну шестую всего пути дорога была ровной, а оставшуюся часть пути она спускалась к морю. С какой скоростью автомобиль двигался на ровном участке, если он спускался со скоростью 750 м/мин, а его средняя скорость на всём пути составила 10 м/с?

Задача 8.2. Эксперименты с динамометром.

На крюке динамометра висят скрепленные друг с другом два тела одинаковой массы — алюминиевое (сверху) и медное (снизу). Если нижнее тело полностью погружено в керосин, динамометр показывает 6,8 Н. Определите массы обоих тел. Что покажет динамометр, если оба тела полностью погрузить в керосин? Плотность алюминия равна 2700 кг/м^3 , меди — 8900 кг/м^3 , керосина — 800 кг/м^3 . Ускорение свободного падения принять равным 10 Н/кг .

Задача 8.3. Эх, ухнем!

Рабочий Василий должен поднять груз массой 100 кг на высоту 1,2 м, используя для этого пологую наклонную плоскость — пандус. Сколько времени займёт весь подъём, если Василий тянет груз с силой, равной 250 Н, прикладывая её вдоль поверхности пандуса? Коэффициент полезного действия пандуса равен 30%, а груз перемещается со скоростью 6 м/мин? Ускорение свободного падения принять равным 10 Н/кг .

Задача 8.4. Больше или меньше?

В цилиндрическом сосуде находится вертикальный ледяной цилиндр, вокруг которого налита вода (рис. 8.1). Высота слоя воды равна 10 см, высота ледяного цилиндра — 20 см, а площадь основания цилиндра в четыре раза меньше площади дна сосуда. Как и насколько изменится давление воды на дно сосуда, если весь лёд растает? Вода из сосуда не выливается. Плотность льда равна 900 кг/м^3 , плотность воды — 1000 кг/м^3 . Ускорение свободного падения принять равным 10 Н/кг .

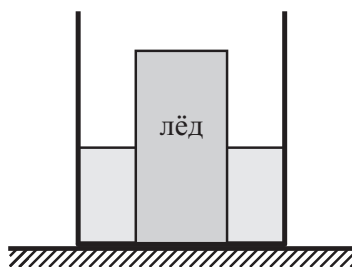


Рис. 8.1.

9 класс

Продолжительность — 150 минут. Максимальный балл — 50.

Задача 9.1. Часы-реостат.

Для проекта по технологии мальчик Паша изготовил «часы-реостат». На пластиковом основании он закрепил непроводящее электричество кольцо (на рис. 9.1 закрашено серым цветом), намотал на него витки проволоки, а в центре кольца поместил часовой механизм с парой металлических стрелок таким образом, что стрелки во время движения скользят по проволоке. Затем он нарисовал циферблат и прикрепил к проволоке напротив цифр «3» и «9» электрические провода для подключения измерительных приборов (см. рис. 9.1). В результате своих измерений Паша выяснил, что, когда часы показывают 6:00, сопротивление реостата равно 30 Ом. Каково станет сопротивление реостата, когда часы покажут 10:30? Сопротивлением стрелок и проводов можно пренебречь. Проволока на кольцо намотана плотно, а каждый виток отделён от соседних изоляцией.

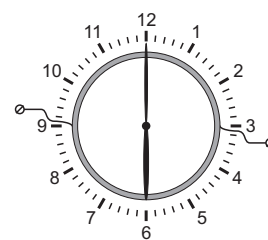


Рис. 9.1.

Задача 9.2. Тень от домика.

Экспериментатор Иннокентий Иванов как-то решил сделать новую крышу для своего дачного домика. В процессе работы он обратил внимание на то, что тень, которую отбрасывает на землю дом без крыши, на 20 см короче, чем тень от дома с новой крышей. Какова высота дачного домика (вместе с новой крышей), если остальные размеры указаны на рис. 9.2? Считать, что скаты крыши симметричны, солнечные лучи в обоих случаях падали в плоскости рисунка под углом 30° к горизонту, а поверхность земли рядом с домиком горизонтальна.

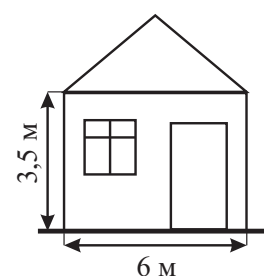


Рис. 9.2.

Задача 9.3. Неравное давление.

Горизонтальный стержень постоянного сечения, левая треть которого изготовлена из чугуна, а правые две трети — из алюминия, опирается своими концами на две опоры. С какой силой стержень давит на левую опору, если на правую он давит с силой 143 Н? Плотность чугуна равна 7 г/см^3 , плотность алюминия — $2,7 \text{ г/см}^3$.

Задача 9.4. Брусок в мерном сосуде.

В мерном сосуде с водой находится деревянный брусок, привязанный с помощью лёгкой нити ко дну (см. рис. 9.3а). Нить аккуратно перерезают, и брусок всплывает (рис. 9.3б). Определите с помощью рисунков объём бруска, если он имеет форму прямоугольного параллелепипеда. Найдите массу бруска и силу натяжения нити в первом случае. Плотность воды равна 1000 кг/м^3 , ускорение свободного падения — 10 Н/кг .

Задача 9.5. Зима близко!

Как-то под Новый год девятиклассник Паша, изучая тепловые явления, налил в теплоизолированный калориметр воду при температуре 20°C и довёл её до кипения с помощью встроенного нагревателя за 5 мин. Затем он повторил свой опыт, набрав в калориметр такой же объём снега при температуре -20°C . Во втором случае содержимое калориметра закипело через 5,5 мин. Найдите среднюю плотность снега в калориметре. Удельная теплоёмкость воды равна $4200 \text{ Дж/(кг} \cdot ^\circ\text{C)}$, льда — $2100 \text{ Дж/(кг} \cdot ^\circ\text{C)}$, удельная теплота плавления льда — 340 кДж/кг .

Примечание: Снег состоит из кристалликов льда, между которыми есть воздушные полости.

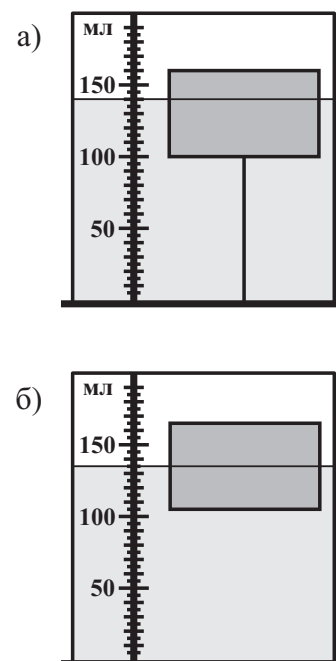


Рис. 9.3.

10 класс

Продолжительность — 150 минут. Максимальный балл — 50.

Задача 10.1. Бах!

Молот массой 15 кг падает на лежащую на наковальне стальную пластину массой 300 г. Скорость молота перед ударом равна 10 м/с. Считая, что на нагревание пластины уходит 20% кинетической энергии молота, вычислите, на сколько градусов нагреется пластина после тридцати таких ударов. Удельная теплоёмкость стали равна 500 Дж/(кг · °С).

Задача 10.2. Недалёкое будущее.

Маленькая ракета взлетающая с Луны, поднимается вверх с ускорением 3 м/с². Через 40 с после начала движения от неё отделяются пустые топливные баки. Через какое время после этого они упадут обратно на поверхность Луны? Ускорение свободного падения равно 1,6 м/с². Считать, что баки отделяются без толчка.

Задача 10.3. Переключатель мощности.

Цепь, изображённая на рис. 10.1, состоит из источника постоянного напряжения, двух резисторов и реостата. Сопротивление левого резистора в четыре раза меньше, чем сопротивление правого. Если движок реостата находится в таком положении, как показано на рис. 10.1а, мощность, выделяющаяся на левом резисторе, равна 9 Вт, а на правом — 4 Вт. Какие мощности будут выделяться на резисторах, если движок реостата переместить в положение, изображённое на рис. 10.1б? Сопротивлением соединительных проводов можно пренебречь. Для удобства на рисунках реостат разделён на равные по длине части.

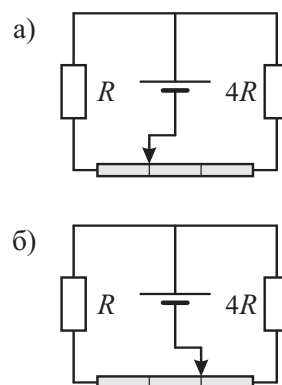


Рис. 10.1.

Задача 10.4. Тянем быстрее.

Если брусок массой $m = 8$ кг, лежащий на горизонтальной поверхности, тянуть с постоянной горизонтальной силой $F = 60$ Н, он переместится на некоторое заданное расстояние вдвое быстрее, чем если бы его тянули с силой $F/2$. Каков коэффициент трения между бруском и плоскостью? Брусок в начальный момент покоился. Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с², сопротивлением воздуха пренебречь.

Задача 10.5. Пластик бывает разный!

Два груза одинакового объёма, но сделанные из разных видов пластика, подвесили на однородном рычаге, опустив их в масло. Если это сделать так, как показано на рис. 10.2а, то система окажется в равновесии, когда оба груза погружены в воду наполовину. Если же их перевесить так, как изображено на рис. 10.2б, равновесие наступит, когда правый груз погружен полностью, а левый — только на одну пятую своего объёма. Определите плотности материалов, из которых сделаны грузы. Для удобства рычаг на рисунке разделён на равные по длине части. Плотность масла равна 900 кг/м³.

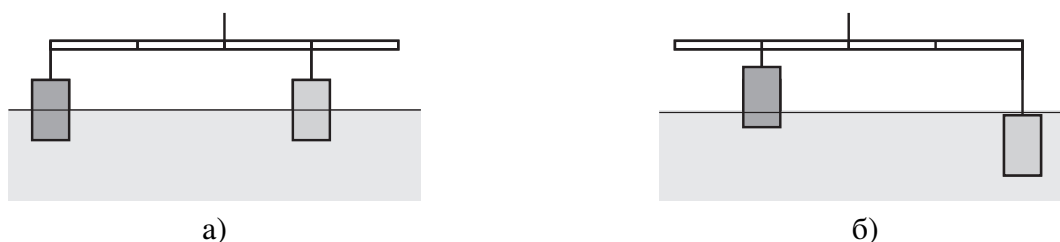


Рис. 10.2.

11 класс

Продолжительность — 150 минут. Максимальный балл — 50.

Задача 11.1. Гелий с подогревом.

В теплоизолированном сосуде объёмом 10 л, содержащем гелий при температуре 27°C и давлении 100 кПа, находится электрический нагреватель. До какой температуры нагреется газ, если нагреватель на 1 мин подключить к источнику с постоянным напряжением 24 В? Каким станет при этом давление гелия в сосуде? Сопротивление нагревателя равно 36 Ом. Объёмом нагревателя можно пренебречь.

Задача 11.2. Кантование куба.

Рабочие пытаются опрокинуть лежащий на шероховатой горизонтальной поверхности однородный куб массой m , привязав трос к его верхнему ребру. С какой минимальной силой F им нужно тянуть трос в тот момент, когда нижняя грань куба составляет угол $\alpha = 15^\circ$ с горизонтальной поверхностью (см. рис. 11.1)? Считать, что трос в этот момент тоже горизонтален, а куб по поверхности не проскальзывает.

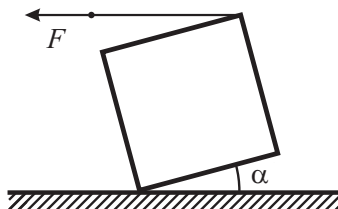


Рис. 11.1.

Задача 11.3. Проверять надо!

Как-то раз мальчик Паша решил зарядить конденсатор ёмкостью C . Для этого он взял батарейку с ЭДС, равной \mathcal{E} , и подсоединил конденсатор к ней. Однако Паша не учёл два обстоятельства: во-первых, конденсатор уже был заряжен до напряжения $\mathcal{E}/2$, а во-вторых, при соединении «плюс» конденсатора оказался соединён с «минусом» батарейки. Какой заряд протечёт через батарейку в процессе перезарядки конденсатора? Какое количество теплоты выделится при этом в цепи?

Задача 11.4. Тянем и отпускаем.

Брусок массой $m = 2,5$ кг, лежащий на горизонтальной поверхности, тянут направо, прикладывая к нему горизонтальную силу $F = 40$ Н (см. рис. 11.2). Через время τ после начала движения действие силы прекращается, и после этого ещё через время 4τ брусок останавливается. Каков коэффициент трения между бруском и плоскостью? Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с², сопротивлением воздуха пренебречь.

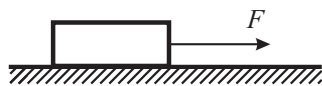


Рис. 11.2.

Задача 11.5. Преломление в неизвестной жидкости.

Луч света падает на поверхность раздела воздуха и неизвестной прозрачной жидкости под углом α ($\text{tg } \alpha = 3/5$). Оказалось, что если увеличить угол падения луча на 45° , угол преломления увеличится вдвое. Определите, чему равен показатель преломления неизвестной жидкости.