

Межрегиональная предметная олимпиада Казанского федерального университета
по предмету «Физика»
Очный тур
2014-2015 учебный год

9 класс

Задача 1. (20 баллов)

Школьник Петя Иванов из имеющихся в его распоряжении шести проволок собрал схему, изображённую на рис. 1. Найти сопротивление цепи между точками A и D, если сопротивления проволок AB и BD равны 10 Ом каждое, сопротивления AC и CD — по 20 Ом, а сопротивления AD и BC — по 8 Ом.

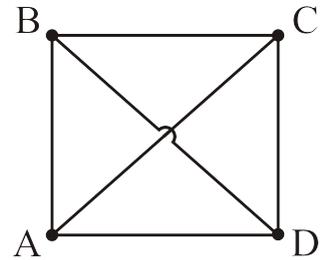


Рис. 1.

Задача 2. (20 баллов)

Теплоизолированный сосуд ёмкостью 200 мл был до краёв наполнен водой при температуре 20 °С. В середину этого сосуда быстро, но аккуратно опустили кусок льда массой 42 г при температуре 0 °С. Найти установившуюся температуру воды в сосуде. Плотность воды равна 1000 кг/м³, плотность льда — 900 кг/м³. Удельная теплоёмкость воды — 4200 Дж/(кг · °С), удельная теплота плавления льда — 330 кДж/кг.

Задача 3. (20 баллов)

В сосуде с водой (см. рис. 2) имеется толстая вертикальная деревянная перегородка высотой $h = 40$ см, делящая его на две равные части и способная свободно перемещаться вверх-вниз по сделанным на боковых стенках специальным направляющим. В правую часть сосуда медленно наливают керосин. а) Найти максимальную высоту слоя керосина в правой части сосуда, при которой он ещё не начинает перетекать в левую часть. б) На какую высоту относительно своего первоначального положения поднимется перегородка в этом случае? Плотности дерева, керосина и воды равны 600 кг/м³, 800 кг/м³ и 1000 кг/м³ соответственно. Площадь основания перегородки составляет четверть площади дна сосуда.

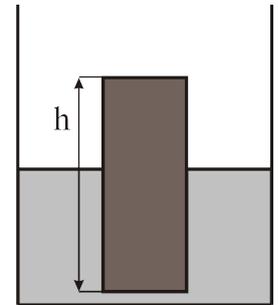


Рис. 2.

Задача 4. (20 баллов)

К концу однородной палочки подвешен на нити алюминиевый шарик радиуса $r = 0,5$ см. Палочку кладут на край стакана с водой, добиваясь равновесия при погружении в воду половины шарика. При этом оказывается, что точка опоры делит палочку в отношении 2:3. Найти массу палочки. Плотность алюминия $\rho = 2700$ кг/м³, плотность воды $\rho_0 = 1000$ кг/м³, объём шара связан с его радиусом выражением $V = \frac{4}{3}\pi r^3$.

Задача 5. (20 баллов)

Тело, подброшенное вверх из точки, находящейся на высоте h над поверхностью земли, падает на землю через время $t_1 = 5$ с. Тело, брошенное вниз из той же точки и с такой же начальной скоростью, падает на землю через время $t_2 = 3$ с. Найти h и начальную скорость тела. Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с². Сопротивлением воздуха пренебречь.

**Межрегиональная предметная олимпиада Казанского федерального университета
по предмету «Физика»
Очный тур
2014-2015 учебный год**

10 класс

Задача 1. (20 баллов)

Пассажир опоздал к отходу поезда. Когда он вышел к платформе, мимо него проехали два последовательно идущих вагона: первый из них — за время $t_1 = 15$ с, второй — за время $t_2 = 12$ с. Сколько времени прошло с начала движения поезда до момента, когда к нему подошёл пассажир, если поезд двигался с постоянным ускорением? Длина всех вагонов одинаковая.

Задача 2. (20 баллов)

Тяжёлый клин с углом при основании, равным $\alpha = 15^\circ$, движется по горизонтальной плоскости со скоростью u (см. рис. 1). Навстречу ему со скоростью v летит лёгкий шарик. Чему должна равняться скорость v , чтобы шарик после удара о клин отскочил вертикально вверх. Удар считать абсолютно упругим, трение отсутствует.

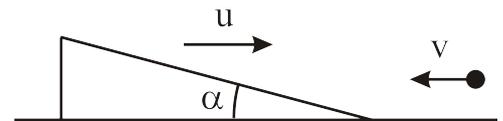


Рис. 1.

Задача 3. (20 баллов)

Схема (см. рис. 2) состоит из четырёх резисторов, идеального амперметра и диода D . Сопротивления всех резисторов указаны на рисунке. При одной полярности приложенного к цепи напряжения (см. рис.) амперметр показывает значение $I_1 = 0,6$ А. Какое значение силы тока I_2 будет показывать амперметр, если изменить полярность? Напряжение в цепи в обоих случаях одинаковое.

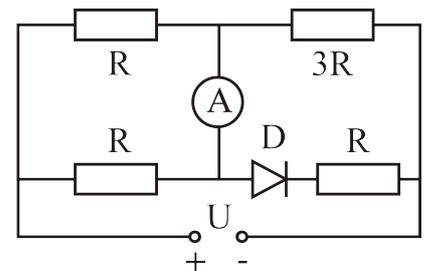


Рис. 2.

Примечание. Диод — электронное устройство, которое пропускает ток только в одном направлении. При этом сопротивление диода пренебрежимо мало.

Задача 4. (20 баллов)

На верхнем краю очень тяжёлого клина с углом α при основании укреплен двойной блок — два вала с радиусами r и R , насаженные на общую ось и жёстко склепанные друг с другом (см. рис. 3). К свешивающемуся с большего вала концу нити прикреплен груз массы m_1 . К концу нити, намотанной на меньший вал, прикреплен груз массой m_2 . При каком отношении масс грузов m_2/m_1 система будет находиться в равновесии? Массами блоков и нитей, а также трением пренебречь.

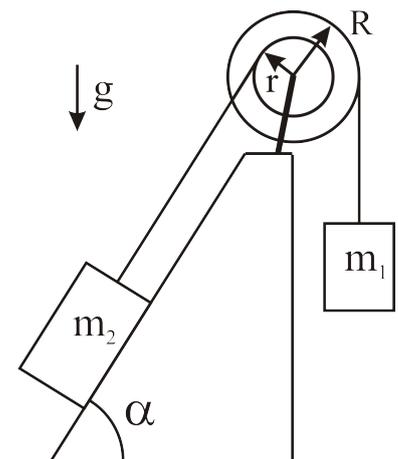


Рис. 3.

Задача 5. (20 баллов)

Пробковый шарик, полностью погруженный в воду, начинает всплывать на поверхность с ускорением $11,2$ м/с². С каким ускорением начнёт двигаться в воде алюминиевый шарик того же объёма? Плотность пробки равна 200 кг/м³, плотность алюминия — 2700 кг/м³, плотность воды — 1000 кг/м³. Ускорение свободного падения принять равным $9,8$ м/с².

Примечание. Шарик, погруженный в жидкость, при равноускоренном движении испытывает силу сопротивления, пропорциональную ускорению: $F_{\text{сопр}} \sim a$.

Межрегиональная предметная олимпиада Казанского федерального университета
по предмету «Физика»
Очный тур
2014-2015 учебный год

11 класс

Вариант 1

Задача 1. (20 баллов)

Идеальный одноатомный газ совершает цикл, состоящий из двух изобар и двух адиабат. Найти КПД этого цикла, если известно, что максимальное давление газа в данном цикле вдвое превышает минимальное.

Примечание. Адиабатный процесс описывается уравнением Пуассона: $pV^{5/3} = \text{const}$.

Задача 2. (20 баллов)

На горизонтальной поверхности покоятся два бруска, связанные пружиной жёсткости k (см. рис. 1). В начальный момент пружина находится в недеформированном состоянии. Какую наименьшую скорость v следует сообщить правому бруску, чтобы левый брусок также пришёл в движение? Коэффициент трения обоих брусков о поверхность равен μ .

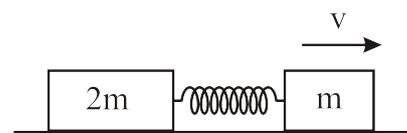


Рис. 1.

Задача 3. (20 баллов)

Конденсатор, имеющий заряд q , разряжается через катушку с индуктивностью L (см. рис. 2). Когда заряд на конденсаторе становится равным нулю, замыкают ключ K . Найти максимальное значение заряда конденсатора после замыкания ключа. Индуктивность второй катушки равна $2L$.

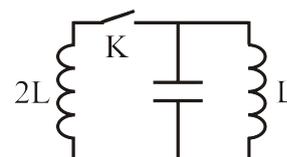


Рис. 2.

Задача 4. (20 баллов)

Длинная, очень тонкая прямая нить — световод — изготовлена из прозрачного материала с показателем преломления $n = \sqrt{1,75}$. Один из концов нити прижат к источнику рассеянного света. Другой конец нити размещён на расстоянии $L = 5$ см от расположенного перпендикулярно световоду экрана. Найти диаметр D светового пятна на экране. Считать, что диаметр световода много меньше, чем D .

Задача 5. (20 баллов)

Легковая машина движется по горизонтальному шоссе за грузовиком. В протекторе заднего колеса грузовика застрял камень. На каком минимальном расстоянии s от грузовика может ехать легковая машина, чтобы камень, вырвавшийся из колеса грузовика, не долетел до неё? Машины движутся со скоростью $v = 72$ км/ч. Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с².

Межрегиональная предметная олимпиада Казанского федерального университета
по предмету «Физика»
Очный тур
2014-2015 учебный год

11 класс

Вариант 2

Задача 1. (20 баллов)

Идеальный одноатомный газ совершает цикл, состоящий из двух изохор и двух адиабат. Найти КПД этого цикла, если известно, что максимальный объём газа в данном цикле вдвое превышает минимальный.

Примечание. Адиабатный процесс описывается уравнением Пуассона: $pV^{5/3} = \text{const}$.

Задача 2. (20 баллов)

На горизонтальной поверхности покоятся два бруска, связанные пружиной жёсткости k (см. рис. 1). В начальный момент пружина находится в недеформированном состоянии. Какую наименьшую скорость v следует сообщить правому бруску, чтобы левый брусок также пришёл в движение? Коэффициент трения обоих брусков о поверхность равен μ .

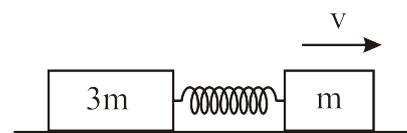


Рис. 1.

Задача 3. (20 баллов)

Конденсатор, имеющий заряд q , разряжается через катушку с индуктивностью $2L$ (см. рис. 2). Когда заряд на конденсаторе становится равным нулю, замыкают ключ K . Найти максимальное значение заряда конденсатора после замыкания ключа. Индуктивность второй катушки равна L .

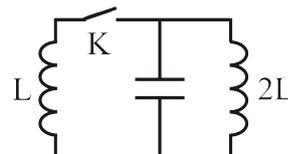


Рис. 2.

Задача 4. (20 баллов)

Длинная, очень тонкая прямая нить — световод — изготовлена из прозрачного материала с показателем преломления $n = \sqrt{1,25}$. Один из концов нити прижат к источнику рассеянного света. Другой конец нити размещён на расстоянии $L = 7$ см от расположенного перпендикулярно световоду экрана. Найти диаметр D светового пятна на экране. Считать, что диаметр световода много меньше, чем D .

Задача 5. (20 баллов)

Легковая машина движется по горизонтальному шоссе за грузовиком. В протекторе заднего колеса грузовика застрял камень. На каком минимальном расстоянии s от грузовика может ехать легковая машина, чтобы камень, вырвавшийся из колеса грузовика, не долетел до неё? Машины движутся со скоростью $v = 90$ км/ч. Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с².

Межрегиональная предметная олимпиада Казанского федерального университета
по предмету «Физика»
Очный тур
2014-2015 учебный год

11 класс

Вариант 2

Задача 1. (20 баллов)

Идеальный одноатомный газ совершает цикл, состоящий из двух изохор и двух адиабат. Найти КПД этого цикла, если известно, что максимальный объём газа в данном цикле вдвое превышает минимальный.

Примечание. Адиабатный процесс описывается уравнением Пуассона: $pV^{5/3} = \text{const}$.

Задача 2. (20 баллов)

На горизонтальной поверхности покоятся два бруска, связанные пружиной жёсткости k (см. рис. 1). В начальный момент пружина находится в недеформированном состоянии. Какую наименьшую скорость v следует сообщить правому бруску, чтобы левый брусок также пришёл в движение? Коэффициент трения обоих брусков о поверхность равен μ .

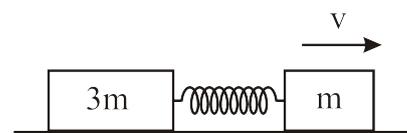


Рис. 1.

Задача 3. (20 баллов)

Конденсатор, имеющий заряд q , разряжается через катушку с индуктивностью $2L$ (см. рис. 2). Когда заряд на конденсаторе становится равным нулю, замыкают ключ K . Найти максимальное значение заряда конденсатора после замыкания ключа. Индуктивность второй катушки равна L .

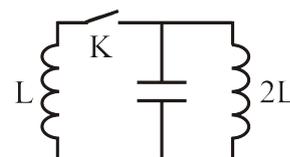


Рис. 2.

Задача 4. (20 баллов)

Длинная, очень тонкая прямая нить — световод — изготовлена из прозрачного материала с показателем преломления $n = \sqrt{1,25}$. Один из концов нити прижат к источнику рассеянного света. Другой конец нити размещён на расстоянии $L = 7$ см от расположенного перпендикулярно световоду экрана. Найти диаметр D светового пятна на экране. Считать, что диаметр световода много меньше, чем D .

Задача 5. (20 баллов)

Легковая машина движется по горизонтальному шоссе за грузовиком. В протекторе заднего колеса грузовика застрял камень. На каком минимальном расстоянии s от грузовика может ехать легковая машина, чтобы камень, вырвавшийся из колеса грузовика, не долетел до неё? Машины движутся со скоростью $v = 90$ км/ч. Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с².