Муниципальный этап всероссийской олимпиады школьников

по физике в 2016-2017 уч. г.

**Задания**

**7 класс**

# Задача 1. Пятачок вышел из дома и пошел в гости к Сове с такой скоростью, чтобы успеть точно к назначенному часу. Пройдя две трети пути, он вспомнил, что забыл взять подарок. Во сколько раз он должен увеличить скорость движения, чтобы вернуться домой и успеть потом к Сове к точно назначенному времени?

# Задача 2. Автомобиль проехал первую половину пути со скоростью 60 км/час. Оставшуюся часть пути он половину времени ехал со скоростью 35 км/час, а последнюю часть пути – со скоростью 45 км/ час. Найдите среднюю скорость автомобиля на всем пути.

**Задача 3.** В аквариуме, сделанном в виде куба с ребром 50 см, налита жидкость, масса которой равна 65 кг. Жидкость заполняет 40% объема аквариума. 16% объема жидкости из этого аквариума переливают в другой аквариум, тоже кубический с ребром 20 см. Найдите среднюю плотность жидкости в этих двух аквариумах.

Муниципальный этап всероссийской олимпиады школьников

по физике в 2016-2017 уч. г.

**Задания**

**8 класс**

# Задача 1. Герметически закрытый сосуд

# полностью заполнен водой. Площадь ниж-

него основания сосуда S1= 500 см2, верхнего

основания S2= 1500 см2, высота сосуда h = 20 см. h

Сила давления воды на верхнее основание

F2 = 1500 Н. Найдите силу давления на нижнее

основание сосуда, если плотность воды ρ = 1г/см3,

ускорение свободного падения g = 10 H/кг

# Задача 2. Масса пустой поллитровой стеклянной бутылки равна 450 г. Если ее наполнить водой более, чем наполовину, то бутылка тонет. Найдите плотность стекла, из которого изготовлена бутылка.

**Задача 3** Велосипедист проехал первую треть пути со средней скоростью в три раза большей, чем оставшуюся часть пути. Средняя скорость на всем пути составляет 9 км/час. Какова средняя скорость велосипедиста на первой части пути?

**Задача 4.** Мячик бросили с поверхности земли вертикально вверх с начальной скоростью 10 м/с. На какой высоте кинетическая энергия мячика уменьшится в 5 раз?

Считать g = 10 м/с2.

Муниципальный этап всероссийской олимпиады школьников

по физике в 2016-2017 уч. г.

**Задания**

**9 класс**

# Задача 1. В сообщающихся сосудах находится ртуть. Площадь сечения одного сосуда в 3 раза больше, чем другого. В узкий сосуд наливают столб воды высотой 40,8 см. На какую высоту поднимется ртуть в широком сосуде по сравнению с первоначальным уровнем? Плотность ртути 13, 6 г/см3.

# Задача 2. При скорости ветра 25 м/с скорость капель дождя равна 40 м/с. Какой будет скорость капель при скорости ветра 10 м/с?

# Задача 3. С какой начальной скоростью надо бросить шарик, чтобы он пролетел через две точки с координатами : А(20 м ; 20 м) и В(40 м ; 20 м) ? Шарик бросают из начала координат О(0;0).

# Задача 4. В некотором доме стенки, крыша и пол изготовлены из полностью теплоизолирующих материалов. Теплопроводящими являются только

двери. В комнате имеется печь, выделяющая одно и то же количество тепла в единицу времени. Если дверь между комнатой и прихожей открыта, а на улицу закрыта, то

дверь

дверь п печь

прихожая комната

по всему дому устанавливается температура 8оС. Какая температура установится в комнате и в прихожей, если обе двери будут закрыты ? Температура воздуха на улице отрицательна и равна - 10оС.

Муниципальный этап всероссийской олимпиады школьников

по физике в 2016-2017 уч. г.

**Задания**

**10 класс**

**Задача 1**.С горки высотой h = 2 м и длиной

основания b = 5 м съезжают санки, которые h

останавливаются, пройдя горизонтально путь

от основания горы s = 35 м. Найдите коэффи- b s

циент трения, если он везде одинаков.

# Задача 2. Тело брошено под некоторым углом к горизонту. Какую часть всего времени движения тело находится на высоте, большей 8/9 максимальной высоты подъема?

# Задача 3. В сеть с напряжением 55 В включено сопротивление 3,4 Ом и последовательно с ним два параллельно включенных сопротивления: 3 Ом и 7 Ом. Сколько тепла выделяется каждую секунду на сопротивлении 7 Ом ?

**Задача 4**. В теплоизолированном сосуде при 0оС имеется лед и вода, причем масса льда равна массе воды. Затем в сосуд впускают водяной пар при температуре 100оС, причем масса пара на 10% больше массы льда. Найдите установившуюся температуру воды в сосуде. Удельная теплоемкость воды 4200 Дж/(кг⋅град), удельная теплота парообразования 2,3 МДж/кг, удельная теплота плавления льда 330 кДж/кг.

Муниципальный этап всероссийской олимпиады школьников

по физике в 2016-2017 уч. г.

**Задания**

**11 класс**

# Задача 1. Математический маятник с длиной L = 1 м L

# отклонили на угол 90о и отпустили. Он вернулся в α

# исходное положение через какое-то время. Если

на его пути поставить стенку, как на рисунке, то

в исходное положение он возвращается на

Δt = 0,02 c раньше. Найдите угол α. Считать, что

удар мгновенный и абсолютно упругий, сопротив-

ление воздуха не учитывать.

# 

# Задача 2. Пластины плоского воздушного конденсатора имеют вид круглых пластин радиусом 5 см, расположенных на расстоянии 0,5 см друг от друга. Вначале конденсатор не заряжен. Затем его пластины с помощью тонких длинных проводов соединяют с удаленными проводящими шарами: одну с шаром радиуса 50 см, заряженным до потенциала 150 В, другую с шаром радиуса 125 см, заряженным до потенциала 60 В. Какое напряжение установится на конденсаторе ?

**Задача 3.** Найдите КПД цикла 1-2-3-4-1, Р

изображенного на рис. Рабочее тело – 3Ро 2

гелий в количестве ν = 40 кмоль.

2Ро  1 0 4

Ро 3

Vo 2Vo 3Vo V

# Задача 4. На гладкой горизонтальной поверхности

# лежит брусок массой m = 25 г, соединенный недефор –

# мированной пружиной с вертикальной стеной. k m

Жесткость пружины k = 10 Н/м. На брусок начинает **F**

действовать постоянная сила F = 1 Н. Найдите макси-

мальную скорость бруска.

## Решения

**7 класс**

# Задача 1

## Возможное решение

## Если бы Пятачок не был таким забывчивым, на оставшуюся часть пути он затратил бы время t1:

t1 = (L/3)/Vo

(L – расстояние от дома Пятачка до дома Совы, Vo – первоначальная скорость движения).

Время, необходимое на «забег» обратно домой и опять к Сове, равно:

t2 = (2L/3 + L)/V

(V – новая, «форсированная» скорость).

Приравнивая эти времена, находим: V/Vo = 5

## Критерии оценивания

### Написана формула для вычисления времени при равномерном движении …………….……. 2 балла

Написана формула для вычисления времени движения с первоначальной скоростью………. 2 балла

Написана формула для вычисления времени движения с новой скоростью………………….. 4 балла

Получен правильный ответ ………………………………………………………………………..2 балла

# Задача 2

# Возможное решение

Сначала найдем среднюю скорость движения на второй половине пути:



(Здесь учтено, что, по условию, t2 = t3).

Теперь вычислим среднюю скорость на всем пути:



Подставляя, находим: Vср = 48 км/час.

## Критерии оценивания

Дано определение средней скорости……………………………………………………………….. 2 балла

Найдена средняя скорость на второй половине пути с учетом равенства t2 = t3 ……………….. 3 балла

Найдена средняя скорость на всем участке с учетом равенства путей………………………… 5 баллов

# Задача 3

# Возможное решение

Найдем плотность жидкости в первом аквариуме:

ρ = m/Vж = m/(0,4Va) = 65/(0,4⋅0,5⋅0,5⋅0,5) = 1300 кг/м3

Плотность вещества зависит только от рода вещества, плотность всех частей однородного тела одинакова, при делении на любое число частей средняя плотность всегда будет равна плотности вещества.

Ответ: средняя плотность жидкости равна 1300 кг/м3.

## Критерии оценивания

Дано определение плотности вещества…………………………………………………………3 балла

Вычислена плотность жидкости в первом аквариуме………………………………………….4 балла

Написано, что плотность одной и той же жидкости всегда одинакова ……..………………..3 балла

**8 класс**

# Задача 1

# Возможное решение

Давление воды на верхнее основание

P2 = F2/S2 (1)

Давление воды на нижнее основание

P1 = P2 + ρgh (2)

Сила давления на нижнее основание

F1 = P1S1 = (P2 + ρgh)S1 = (F2/S2)S1 + ρghS1 = 2500 H (3)

## Критерии оценивания

### Дано определение давления (1)……………………………………………...…………………… 2 балла

Написана формула для давления у нижнего основания (2)........………………………………..4 балла

Получен правильный ответ (3)……………………………………………...……………………..4 балла

# Задача 2

# Возможное решение

Условие того, что бутылка с водой еще не тонет:

mg + ρо(V/2)g = ρo(m/ρ + V)g (1)

m + ρо(V/2) = ρo(m/ρ + V)

Здесь: m = 450 г – масса бутылки, ρо = 1 г/см3 – плотность воды, V = 500 см3 – внутренний объем бутылки, ρ – плотность стекла, m/ρ - объем стекла).

Откуда: ρ = [1/ρо – V/(2m)]-1 = 2,25 г/см3

## Критерии оценивания

### Написано выражение для силы Архимеда ……………………………………………………….2 балла

### Написано условие (1) равновесия бутылки, на половину заполненной водой ………………. 4 балла

Решено уравнение и получен правильный ответ .……………………………………………….. 4 балла

**Задача 3**

# Возможное решение

Обозначим скорость велосипедиста на первой части пути V. Тогда средняя скорость на всем пути:



Откуда : V = 7Vср/3 = 21 км/час

## Критерии оценивания

### Написано определение средней скорости………………………………………………………… 3 балла

Найдено выражение для времени движения на первой и второй частях пути ……………….3 балла

Получено выражение, связывающее Vср и V ……………………………………………………..3 балла

Получен правильный ответ ………………………..………………………………………………..1 балл

# Задача 4

# Возможное решение

Начальная кинетическая энергия мячика равна mVо2/2. Начальная потенциальная энергия равна нулю. На искомой высоте h потенциальная энергия станет равна mgh, а кинетическая, по условию, (1/5)mVо2/2. По закону сохранения энергии уменьшение кинетической энергии должно равняться увеличению потенциальной:

mVо2/2 - (1/5)mVо2/2 = mgh

Отсюда: mgh = (4/5)mVо2/2

h = (2/5)(Vо2/g) = 4 м

## Критерии оценивания

### Приведено выражение для кинетической энергии…….………………………..……………… 2 балла

Приведено выражение для потенциальной энергии ……….…………………………………….2 балла

Сформулирован и записан закон сохранения энергии…………………………….……………. .3 балла

Получен правильный ответ…………… ………………………………………………………….. 3 балла

**9 класс**

# Задача 1

# Возможное решение

Давление в точке А равно давлению в точке В-

сообщающиеся сосуды:

ρвghв = ρртg(x + y) (1)

Объем ртути, перелившийся из узкой трубки hв

в широкую: 0 х 0

S1y = S2x или y = 3x (2) у

Подставляя у из (2) в (1), получим:

ρвhв = ρрт 4x А В

х = ρвhв/(4ρрт) = 0,75 см

На рисунке линия 00 – начальный уровень ртути.

## Критерии оценивания

### Написано равенство давлений в точках А и В (1)…………………………..………………… .4 балла

Написано, что объем ртути при переливании сохраняется (2)……………………….………. . 3 балла

Найдено конечное выражение и получен правильный результат……………….…………….. 3 балла

# Задача 2

# Возможное решение

Скорость капель относительно земли складывается (векторно!) из вертикальной скорости падения капель относительно воздуха (обозначим V) и горизонтальной скорости ветра. Для первого случая:

402 = V2 + 252

Для второго случая: x2 = V2 + 102

Вычитая из первого уравнения второе, получим:

402 - x2 = 252 - 102

Откуда: х ≈ 32,8 м/с

## Критерии оценивания

### Записан закон сложения скоростей (векторно)………………….…………..………………… 3 балла

Записаны уравнения для двух случаев………………..………………….…………….………. .5 баллов

Решена система уравнений и получен правильный ответ……………………….…………….. 2 балла

# Задача 3

##### Возможное решение

Движение тела, брошенного под углом к горизонту, - это движение с постоянным ускорением (если пренебрегать сопротивлением воздуха). Перемещение тела за время t:

 (1)

В проекциях на оси:

x = Voxt y = Voyt – gt2/2 (2)

Исключая из последних уравнений время движения t, получим уравнение траектории:

y = (Voy/Vox)x – (g/(2Vox2))x2 (3)

- уравнение параболы. Она, по условию, должна проходить через заданные точки А и В:

уА = (Voy/Vox)xА – (g/(2Vox2))xА2

уВ = (Voy/Vox)xВ – (g/(2Vox2))xВ2 (4)

Решая получившуюся систему уравнений относительно Vox и Voу , получим:





Подставляя координаты точек А и В, данные в условии задачи, получим ответ:

Vox ≈ 14,1 м/с

Voy ≈ 21,2 м/с

**Критерии оценивания**

### Записаны уравнения движения в координатной форме (2)………………………..…………… 2 балла

Найдено уравнение траектории движения (3)……………………………………….….………. 4 балла

Решена система уравнений (4) …………………..………………………………………………..3 балла

Получен правильный ответ..…………………….…………….. ……………………………….. 1 балл

# Задача 4

## Возможное решение

Количество тепла, переходящее из более нагретого помещения в менее нагретое через закрытую дверь, пропорционально разности температур этих помещений. Поэтому в первом случае, когда дверь из комнаты в прихожую открыта, а на улицу закрыта:

Q = k(8o – (-10o)) = k18o (1)

Здесь k – коэффициент пропорциональности, зависящий от свойств теплопроводности двери.

Во втором случае, когда обе двери закрыты: обозначим температуру в прихожей t1, температуру в комнате t2. Так как тепловая мощность печки неизменна, то тепловой поток такой же, как и в первом случае. Кроме того, он одинаков как из комнаты в прихожую, так и из прихожей на улицу:

Q = k(t2 – t1) (2)

Q = k(t1 – (- 10o)) (3)

Учтено, что коэффициент k , по условию, одинаков для любой двери.

Из (1) получаем, что разница температур должна быть равна 18о. Тогда из (3) температура t1 в прихожей будет равна 8о, а из (2) – температура t2 в комнате будет равна 26о.

## Критерии оценивания

### Записано, что тепловой поток пропорционален разности температур…………..…………… 4 балла

Записано, что из-за постоянства мощности печки переносимый из помещения в помещение тепловой поток везде одинаков………………………………………………………………… ….………. 3 балла

Решена система уравнений (1) – (3) и получен правильный ответ……….…………………….3 балла

**10 класс**

# Задача 1

# Возможное решение

Начальная потенциальная энергия санок mgh расходуется на работу против сил трения на двух участках (т.к. начальная и конечная кинетические энергии равны нулю):

mgh = Fтр1(h2 + b2)1/2 + Fтр2s

mgh = μN1(h2 + b2)1/2 + μN2s (μ - коэффициент трения)

mgh = μmgcosα(h2 + b2)1/2 + μmgs (α - угол наклона горки)

mgh = μmgb + μmgs = μmg(b + s)

μ = h/(b + s) = 0,05

## Критерии оценивания

### Записан закон изменения энергии……….………………… …………………………………… 5 баллов

Вычислена работа силы трения на двух участках……..…………….…………………………. 3 балла

Произведены преобразования и получен правильный ответ……………………………………2 балла

# Задача 2

##### Возможное решение

Движение тела, брошенного под углом к горизонту, можно представить как сумму двух движений: равномерное по горизонтали и равноускоренное по вертикали. Равномерное движение по горизонтали никак не влияет на ответ на вопрос, поставленный в данной задаче. Поэтому будем считать, что тело брошено вертикально вверх.

Рассмотрим движение от верхней точки (с высоты h) до падения на землю. С высоты h тело упадет за время : t = (2h/g)1/2 . Путь h – (8/9)h = h/9 тело пройдет за время: t1 = (2h/(9g))1/2 = t/3.

Ответ: выше уровня 8h/9 тело будет находиться треть времени всего полета (учитывая симметрию движения до верхней точки и после нее).

## Критерии оценивания

### Дано обоснование, что можно рассматривать движение только по оси у………..…………… 4 балла

Написана формула для времени падения тела с некоторой высоты…………….. .….………. .2 балла

Найдено искомое отношение времен и получен правильный ответ… ……….…………….. 4 балла

# Задача 3

##### Возможное решение

Сопротивление двух параллельно соединенных резисторов равно:

3⋅7/(3 + 7) = 2,1 Ом (1)

Общее сопротивление цепи: 3,4 + 2,1 = 5,5 Ом (2)

Общий ток: 55/5,5 = 10 А (3)

Напряжение на параллельно соединенных резисторах:

10⋅2,1 = 21 В (4)

Количество тепла на резисторе 7 Ом за 1 с равно:

(21)2/7 = 63 Дж (5)

## Критерии оценивания

### Дана формула подсчета сопротивления параллельно соединенных резисторов (1)…..……… 2 баллов

Дана формула подсчета сопротивления последовательно соединенных резисторов.(2)……. .1 балл

Закон Ома (3) и (4)…………………………………………………………………………………..3 балла

Закон Джоуля-Ленца (5) и получен правильный ответ….…………………………...……………4 балла

# Задача 4

#### Возможное решение

Конечное состояние системы может быть 1) лед и вода при 0оС 2) вода при какой-то температуре от 0оС до 100оС 3) вода и пар при температуре 100оС. Предположим, что произошла вторая ситуация. Тогда уравнение теплового баланса:

λmл + с(mл + mв)(t – 0) – rmп - сmп(t - 100) = 0 (1)

Учитывая, что, по условию задачи, mп = 1,1mл = 1,1mв и подставляя значения λ, c и r, получим, что конечная температура системы t > 100oC. «Этого не может быть, потому что этого не может быть никогда». На самом деле, это означает, что вторая ситуация при данных начальных условиях не выполняется. Но это же значит, что выполняется третья ситуация: в конечном состоянии имеется пар в тепловом равновесии с водой при 100оС. Это и есть ответ задачи.

## Критерии оценивания

### Приведены формулы для подсчета теплот плавления, нагревания и конденсации…………..3 балла

### С помощью конкретных расчетов выяснено конечное состояние системы..………………… 6 баллов

Получен правильный ответ….……………………………………………………………….……1 балл

**11 класс**

# Задача 1

## Возможное решение

Период малых(!) колебаний метрового маятника Т ≈ 2 с. Период колебаний при больших отклонениях еще больше. Так как разница периодов в данной задаче в первом и во втором случаях во много раз меньше, чем сам период, то можно сделать заключение, что угол α – очень мал (α << 1). В случае со стенкой маятник не доходит до начального уровня на малую величину

h = Lα (1)

В области углов отклонения, близких к 90о, можно считать, что маятник движется с постоянным ускорением g (сила натяжения нити гораздо меньше силы тяжести). Тогда время движения маятника на пути h (туда и обратно) равно:

Δt =2(2h/g)1/2 = 2(2Lα/g)1/2 (2)

Откуда: α = g(Δt)2/(8L) = 5∙10-2 (рад) ≈ 2,9о (3)

## Критерии оценивания

### Приведены доводы о малости угла α ……………………….…………………………………… 3 балла

Приведена формула связи (1)……………………..………………………………………………. 1 балл

Приведены доводы того, что движение маятника в области углов, близких к 90о – равноускореннное с ускорением g………………………………………………………………………………………2 балла

Найдено время движения на пути 2h - формула (2)………….………………………………….. 2 балла

Получен правильный ответ – формула (3)…………………………………………………………2 балла

# Задача 2

## Возможное решение

До подсоединения потенциалы удаленных шаров были:

φ1o = kq1/R1 , φ2o = kq2/R2 (1)

где q1 и q2 – заряды, которые были на шарах. По условию, φ1o > φ2o .

После подсоединения с первого шара на первую пластину конденсатора перейдет заряд +Δq, а на вторую пластину конденсатора со второго шара перейдет заряд -Δq. Разность потенциалов между шарами, а значит, и напряжение на конденсаторе станет :

k(q1- Δq)/R1 - k(q2 + Δq)/R2 = U (2)

(φ1o - φ2o) - k Δq(1/R1 + 1/R2) = U

(φ1o - φ2o) - kCU(1/R1 + 1/R2) = U

Откуда: U = (φ1o - φ2o)/[1 + kC(1/R1 + 1/R2)] (2’)

Учтем, что емкость плоскопараллельного конденсатора с круглыми пластинами

C = εoS/d = (1/(4πk))πr2/d = (1/(4k)) r2/d (3)

Подставим (3) в (2 ‘), получим:

U = (φ1o - φ2o)/[1 + r2(1/R1 + 1/R2) /(4d)] ≈ 67 B (4)

## Критерии оценивания

### Записана формула потенциала заряженного шара (1)………………………………………… …2 балла

Записано определение емкости конденсатора ……………………………………………………1 балл

Записана формула емкости плоскопараллельного конденсатора (3)………………………...….. 1 балл

Объяснен процесс перераспределения зарядов при подсоединении, получена формула (2’)…5 баллов

Получен правильный ответ…………………………………………………………………………1 балл

# Задача 3

## Возможное решение

Работа газа в цикле 1-2-0-1 численно равна площади треугольника 1-2-0-1 и положительна по знаку (цикл совершается «по часовой стрелке»). Работа газа в цикле 0-3-4-0 численно равна площади треугольника 0-3-4-0 и отрицательна (цикл совершается «против часовой стрелки»). Поэтому суммарная работа в цикле 1-2-3-4-1 равна нулю. В процессах 1-2 и 3-4 газ совершает положительную работу, изменение внутренней энергии тоже положительно. Следовательно, в этих процессах газ получает отличное от нуля тепло от нагревателя . Тогда, по определению, КПД = Ацикл/Qнагр = 0.

## Критерии оценивания

### Приведена связь между площадью цикла и совершенной газом работой ………………….… 2 балла

Указано, что знак работы определяется направлением обхода по циклу..……………………. 2 балла

Определено, что суммарная работа равна нулю……………….…………………….………….. 1 балл

Определено, что в ходе цикла газ получил отличное от нуля тепло от нагревателя…………..3 балла

Приведена формула КПД цикла и получен правильный ответ………………………………….2 балла

# Задача 4

## Возможное решение

Работа силы F идет на сообщение бруску кинетической энергии и на потенциальную энергию растягивающейся пружины:

Fx = mV2/2 + kx2/2 (1)

В момент, когда скорость V максимальна, ускорение бруска равно нулю. Из второго закона Ньютона

F - kx = 0 (2)

Выражая из (2) удлинение пружины х и подставляя в (1), получим:

Vmax = F/(mk)1/2 = 2 м/с

***Примечание. Брусок движется под действием постоянной силы F и переменной силы упругости. Поэтому ускорение бруска не постоянно, применять формулы для равноускоренного движения на всем участке движения нельзя.***

## Критерии оценивания

### Написана формула (1) – закон изменения механической энергии……. ……………………… 4 балла

Указано, что максимальная скорость достигается в момент, когда ускорение равно нулю…..2 балла

Решена система уравнений (1) – (2) и получен правильный ответ…………...……………….. 4 балла