**Школьный этап Всероссийской олимпиады школьников по физике**

**9 класс, 2020/2021 учебный год, на выполнение 120 минут.**

**Задача 1. Средняя скорость.** Автобус со школьниками отправляется из города А в город Б на экскурсию. В город Б он должен прибыть через 4 часа. Первый час автобус ехал с некоторой постоянной скоростью *v*₁. После этого, чтобы прибыть в город Б по расписанию, водителю пришлось увеличить скорость движения в α = 1,2 раза. После прибытия в город Б к назначенному времени оказалось, что автобус за последний час проехал на *L* = 3 км больше, чем за первый. Какова средняя скорость автобуса на первой половине пути?

**Задача 1. Средняя скорость. Возможное решение.**

Весь путь *s* = *v*₁Δ*t* + α*v*₁(*t*-Δ*t*), где *t* = 4 час, Δ*t* = 1 час. **(2 балла)**

Путь за первый час *s*₁ = *v*₁Δ*t*; за последний *s*₂ = *v*₂Δ*t*.

 *L* = (α – 1)*v*₁Δ*t* =˃ *v*₁ = $\frac{L}{(α-1)Δt}$ . **(2 балла)**

По определению средняя скорость на первой половине пути

 $v\_{ср}$ = $\frac{s}{2τ₁}$, где τ₁ - время прохождения этой половины.

Весь путь *s* = *L*(1+α($\frac{t}{Δt}$ – 1))/(α–1). **(2 балла)**

Определим τ₁: τ₁ = *t* - τ₂, где τ₂ - время прохождения второй половины пути. τ₂ = *s*/2α*v*₁ = (Δ*t* + α(*t* – Δ*t*))/2α =˃ τ₁ = *t* - τ₂ = $\frac{t}{2}$ +$\frac{α-1}{2α}$Δt. **(2 балла)**

$v\_{ср}$ = $\frac{Lα}{(α-1)Δt}$∙$\frac{αt-(α-1)Δt}{αt+(α-1)Δt}$ ≈ 16,6 км/час. **(2 балла)**

**Итого за задачу: 10 баллов.**

*Примечание: Выше приводится возможное решение. Допустимы альтернативные решения. В случае альтернативных решений составляются другие критерии оценивания в зависимости от степени и правильности решения задачи.*

**Школьный этап Всероссийской олимпиады школьников по физике**

**9 класс, 2020/2021 учебный год, на выполнение 120 минут.**

**Задача 2. Делитель напряжения.** Определите напряжение *U* между точками *А* и *В* в цепи, изображённой на рисунке, если на вход подано напряжение *U*ₒ = 160 В.

****

**Задача 2. Делитель напряжения.** **Возможное решение:**

Начнем анализ цепи с конца. Сопротивление последнего фрагмента, состоящего из параллельно соединённых резисторов по 10 Ом и последовательно с ними 5 Ом равно 10 Ом.

R = R1 + R2R2/(R2+R2) = 5 + 10·10/(10+10) = 10 Ом. **(3 балла).**

Получается снова такой же фрагмент – параллельно два по 10 Ом и последовательно с ними 5 Ом. Его сопротивление снова 10 Ом. И опять остаётся последний такой же фрагмент. Так что общее сопротивление цепи 10 Ом. **(2 балла).**

Напряжение делится следующим образом (слева направо): так как общее сопротивление 10 Ом, значит сопротивление всего участка, кроме первого резистора 5 Ом, равно тоже 5 Ом. Два участка соединены последовательно, ток в них одинаковый, поэтому: U = U1 + U2 = IR1 + IR1, так что напряжение делится пополам – 80 В на первом резисторе 5 Ом и 80 В на остальной части цепи. Далее необходимо рассуждать аналогичным образом: в следующем звене напряжение 80 Ом делится также пополам (40 В и 40 В), затем 40 В снова делится пополам. **(3 балла за блок рассуждений о делении напряжения).**

Следовательно, искомое напряжение между точками А и В:

*U* = *U*ₒ/$2^{3}$ =˃ *U* = 160/8 = 20 B. **(2 балла).**

**Итого за задачу: 10 баллов.**

*Примечание: Выше приводится возможное решение. Допустимы альтернативные решения. В случае альтернативных решений составляются другие критерии оценивания в зависимости от степени и правильности решения задачи.*

**Школьный этап Всероссийской олимпиады школьников по физике**

**9 класс, 2020/2021 учебный год, на выполнение 120 минут.**

**Задача 3. Остывание воды.** С помощью маленького нагревателя мощностью *Р* = 250 Вт воду в ведре удалось довести до максимальной температуры 40°С. Каков объём воды, если после отключения нагревателя температура понизилась на 1°С за 2 минуты? Теплоёмкостью нагревателя и ведра пренебречь, удельная теплоёмкость воды 4200 Дж/кг°·С.

**Задача 3. Остывание воды. Возможное решение:**

Если воду удаётся довести до некоторой максимальной температуры, значит, при такой температуре воды и данных внешних условиях мощность тепловых потерь сравнивается с мощностью нагревателя. $P\_{потер}$ = *Р*. **(3 балла).**

При отключённом нагревателе за время τ теряется количество теплоты $Q\_{потер}$ = *Р*τ, т.к. температура меняется незначительно, и мощность потерь можно приблизительно считать постоянной. **(2 балла).**

Уравнение теплового баланса: $Q\_{потер}$ = *сm*Δ*t = с*ρ*V*Δ*t*, где *с* – удельная теплоёмкость воды, ρ – её плотность, *V* – искомый объём, Δ*t* = 1°С. **(2 балла).**

*Р*τ = *с*ρ*V*Δ*t* =˃ *V* = *Р*τ/*с*ρ = 7,14 л. **(3 балла)**

**Итого за задачу: 10 баллов.**

*Примечание: Выше приводится возможное решение. Допустимы альтернативные решения. В случае альтернативных решений составляются другие критерии оценивания в зависимости от степени и правильности решения задачи.*

**Школьный этап Всероссийской олимпиады школьников по физике**

**9 класс, 2020/2021 учебный год, на выполнение 120 минут.**

**Задача 4. Пластилиновые кубики**. Экспериментатор Глюк проводил опыты с пластилином. Сначала Глюк вылепил из него кубик с длиной ребра 4 см и с полостью внутри. Этот кубик Глюк опустил в некую лабораторную жидкость и обнаружил, что кубик плавает, погружаясь в жидкость на 1/24 своего объёма. Для второго опыта Глюк смял кубик с полостью и вылепил из этого пластилина другой кубик, уже без полости. Новый кубик тоже плавал в лабораторной жидкости, погружаясь на 8/9 своего объема. Помогите экспериментатору определить, на сколько миллиметров выступает сплошной кубик из жидкости. Считайте, что плотность пластилина во время проведения экспериментов оставалась постоянной, а верхние грани кубиков при плавании были горизонтальными.

**Задача 4. Пластилиновые кубики. Возможное решение:**

Сила тяжести, действующая на пластилин, не меняется в процессе двух опытов. **(1 балл)**

В обоих опытах кубики плавали, следовательно, mg = FA, так что силы Архимеда в обоих опытах были одинаковы **(2 балла).**

Так как FA = ρgV, то погруженные в жидкость объемы кубиков были одинаковы в обоих опытах. **(2 балла).**

В первом опыте V1 = *a*3/24 = 43/24 = 64/24 = 8/3 см3. **(1 балл).**

Во втором опыте V2 = 8b3/9, тогда b3 = 3 cм3 и b ≈ 1,442 см – ребро сплошного кубика. **(2 балла).**

При плавании кубик без полости над поверхностью жидкости находится на 1/9 длины его ребра, то есть h = 0,16 см = 1,6 мм. **(2 балла)**

**Итого за задачу: 10 баллов.**

*Примечание: Выше приводится возможное решение. Допустимы альтернативные решения. В случае альтернативных решений составляются другие критерии оценивания в зависимости от степени и правильности решения задачи.*

**Школьный этап Всероссийской олимпиады школьников по физике**

**9 класс, 2020/2021 учебный год, на выполнение 120 минут.**

**Задача 5. Стержень на нитях.** Однородный стержень массой 110 г подвесили горизонтально с помощью трех нитей одинаковой длины (см. рисунок). Первая и вторая нить одинаковы, а третья – двойная. Считайте деформации нитей малыми. Для растяжения нитей выполняется закон Гука. Определите силу натяжения первой нити.

****

**Задача 5. Стержень на нитях. Возможное решение:**



Обозначим растяжение первой нити за ***х****,* второй за ***z*** и третьей за y*.* Ясно, что стержень висит не горизонтально, так как в этом случае все удлинения были бы равны, а при условии одинаковости первой и второй нити это невозможно. **(2 балла)**

Для доказательства достаточно записать правило моментов относительно центра масс стержня: kx = 2ky, так что x = 2y. Таким образом, стержень висит не горизонтально, а немного под наклоном. **(2 балла)**

Из геометрических соображений z = (x+y)/2. Тогда z = 1,5y. **(2 балла)**

Запишем условие равновесия стержня: сумма сил натяжения равна силе тяжести:

mg = T1 + T2 + T3 = kx + kz + 2ky = 2ky + 1,5ky + 2ky = 5,5ky. **(2 балла)**

Отсюда T1 = 2ky = 2mg/5,5 = 2\*0,11\*10/5,5 = 0,4 Н. **(2 балла).**

**Итого за задачу: 10 баллов.**

*Примечание: Выше приводится возможное решение. Допустимы альтернативные решения. В случае альтернативных решений составляются другие критерии оценивания в зависимости от степени и правильности решения задачи.*