



11-й класс

# "Решение задач с физическим содержанием" Интегрированный урок (математика + физика)

Интегрированный урок (математика + физика)



# Решение задач с физическим содержанием

---



«Образование есть то, что остаётся у человека, когда остальное забывается»



Альберт  
Эйнштейн



# Решение задач с физическим содержанием

## Разминка

Решите  
уравнение

$$\sqrt{\frac{1}{5-2x}} = \frac{1}{3}$$

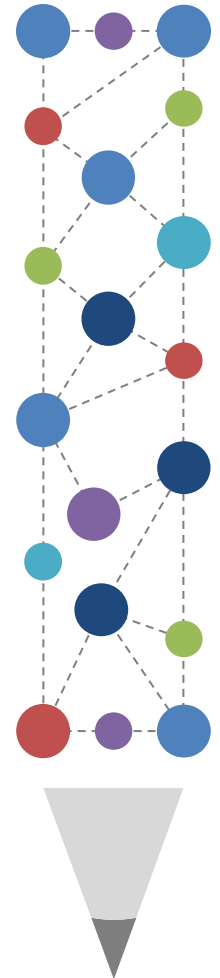
Решени  
е

Возведем в квадрата  $\sqrt{\frac{1}{5-2x}} = \frac{1}{3} \Leftrightarrow \frac{1}{5-2x} = \frac{1}{9}$

Далее получаем  $5 - 2x = 9$

откуда  $-2x = 4 \Leftrightarrow x = -2$

Ответ: -2



# Решение задач с физическим содержанием

## Разминка

Решите уравнение  $8^{9-x} = 64^x$

### Решение

Перейдем к одному основанию степени:

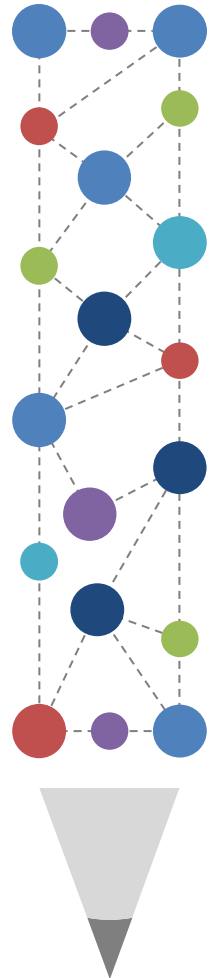
$$8^{9-x} = 64^x \Leftrightarrow 8^{9-x} = (8^2)^x \Leftrightarrow 8^{9-x} = 8^{2x}$$

От равенства оснований переходит к равенству степеней :

$$9 - x = 2x$$

$$\text{Откуда } x = 3$$

Ответ: 3



# Решение задач с физическим содержанием

## Разминка

Решите уравнение  $\sqrt[3]{x+4} = 3$

Решение

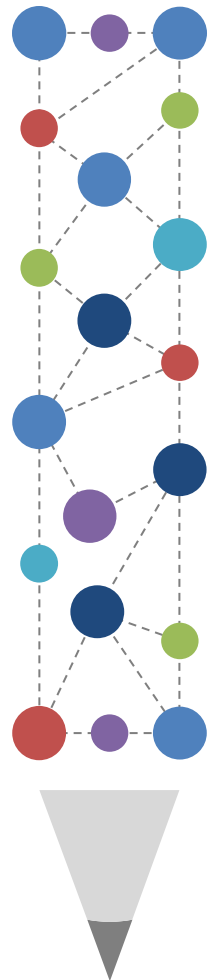
Возведем обе части уравнения в третью степень :

$$\sqrt[3]{x+4} = 3 \Leftrightarrow x+4 = 27$$

После элементарных преобразований получаем:

$$x = 27 - 4 \Leftrightarrow x = 23$$

Ответ: 23



# Решение задач с физическим содержанием

## Математика + физика

### Задача

После дождя уровень воды в колодце может повыситься. Мальчик измеряет время  $t$  падения небольших камешков в колодец и рассчитывает расстояние до воды по формуле  $h=5t^2$ , где  $h$  — расстояние в метрах,  $t$  — время падения в секундах. До дождя время падения камешков составляло 0,6 с. На сколько должен подняться уровень воды после дождя, чтобы измеряемое время изменилось на 0,2 с? Ответ выразите в метрах.

### Решение.

$$h_1=5(0,6)^2=1,8 \text{ м}$$

$$h_2=5(0,4)^2=0,8 \text{ м}$$

$$h= h_2- h_1=1 \text{ м}$$

**Ответ:** 1

# Решение задач с физическим содержанием

## Физика + математика

### Задача

Скорость автомобиля, разгоняющегося с места старта по прямолинейному отрезку пути длиной 1 км с постоянным ускорением  $a$  км/ч<sup>2</sup>, вычисляется по формуле  $v = \sqrt{2al}$ . Определите наименьшее ускорение, с которым должен двигаться автомобиль, чтобы проехав 1 км, приобрести скорость 100 км/ч. Ответ выразите в км/ч<sup>2</sup>

### Решение.

$$v = \sqrt{2al}$$

$$a = v^2 / 2l$$

$$a = 5$$

Ответ: 5000

# Решение задач с физическим содержанием

## Математика + физика

### Задача

Высоту над землей (в метрах) подброшенного вверх камня можно вычислить по формуле  $h(t)=1,4+14t-5t^2$ , где  $t$  - время в секундах. Сколько секунд камень будет находиться на высоте более 8 метров?

### Решение.

$$1,4+14t - 5t^2=8$$

$$t^2-2,8t+1,32 = 0$$

$$t_1=6,2 \quad t_2=7,8$$

$$t^2-2,8t+1,32 = 0$$

$$t_2 - t_1 = 7,8-6,2=1,6$$

**Ответ:** 1,6

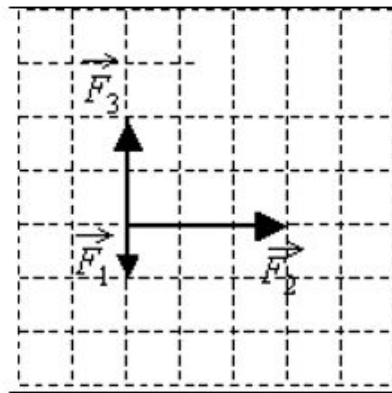


# Решение задач с физическим содержанием

## Физика + математика

### Задача

На тело, находящееся на горизонтальной плоскости, действуют 3 горизонтальные силы (см. рисунок). Каков модуль равнодействующей этих сил, если  $F_1 = 1$  Н?



Складываем векторы, получаем

$$F = F_1 + F_2 + F_3$$

$$F_3 + F_1 = 2 - 1 = 1$$

$$F_3 + F_1 + F_2 = \sqrt{1^2 + 3^2} = \sqrt{10}$$

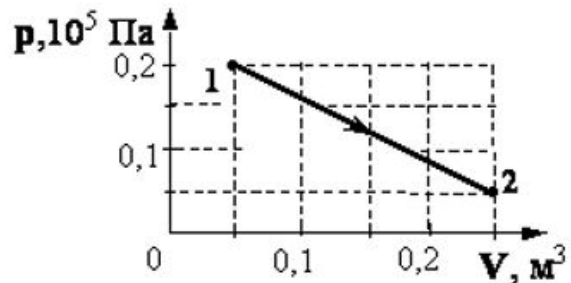
# Решение задач с физическим содержанием

Математика + физика

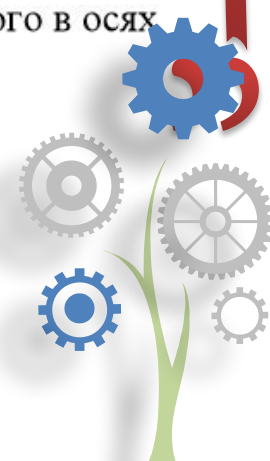
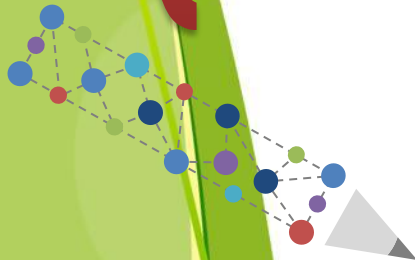
Физика + математика



Какую работу совершил одноатомный газ в процессе, изображенном на  $pV$ -диаграмме (см. рисунок)?



**Решение:** А газа равна площади фигуры под графиком процесса представленного в осях Давление – объём.  $A = (0.2 \cdot 10^5 + 0.05 \cdot 10^5) / 2 \cdot 0.2 = 2500 \text{ Дж}$



# Решение задач с физическим содержанием

Задача 1. При температуре  $0^{\circ}\text{C}$  рельс имеет длину  $l_0=12,5$  м. При возрастании температуры происходит тепловое расширение рельса, и его длина, выраженная в метрах, меняется по закону  $l(t^{\circ}) = l_0(1 + \alpha \cdot t^{\circ})$ , где  $\alpha = 1,2 \cdot 10^{-5}(\text{C}^{\circ})^{-1}$  – коэффициент теплового расширения,  $t^{\circ}$  – температура (в градусах Цельсия). При какой температуре рельс удлинится на 6 мм? Ответ выразите в градусах Цельсия.

# Решение задач с физическим содержанием

Решение.

Задача сводится к решению уравнения  $l(t^0) - l_0 = 6$  (мм) при заданных значениях длины  $l_0 = 12,5$  м и коэффициента теплового расширения  $\alpha = 1,2 \cdot 10^{-5} (\text{°C})^{-1}$ :

$$l(t^0) - l_0 = 6 \cdot 10^{-3} \text{ (м)}$$

$$l_0(1 + \alpha \cdot t^0) - l_0 = 6 \cdot 10^{-3} |$$

$$12,5 \cdot (1 + 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot t^0) - 12,5 = 6 \cdot 10^{-3}$$

$$12,5 + 12,5 \cdot 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot t^0 - 12,5 = 6 \cdot 10^{-3}$$

$$12,5 \cdot 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot t^0 = 6 \cdot 10^{-3}$$

$$t^0 = \frac{6 \cdot 10^{-3}}{12,5 \cdot 1,2 \cdot 10^{-5}}$$

$$t^0 = 40 \text{ °C.}$$

Ответ: 40 °C.

# Решение задач с физическим содержанием

Задача 2. В боковой стенке высокого цилиндрического бака у самого дна закреплен кран. После его открытия вода начинает вытекать из бака, при этом высота столба воды в нем, выраженная в метрах, меняется по закону  $H(t) = H_0 - \sqrt{2gH_0} kt + \frac{g}{2} k^2 t^2$ , где  $t$  – время в секундах, прошедшее с момента открытия крана,  $H_0 = 20$  м – начальная высота столба воды,  $k = \frac{1}{400}$  – отношение площадей поперечных сечений крана и бака, а  $g$  – ускорение свободного падения (считайте  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>). Через сколько секунд после открытия крана в баке останется четверть первоначального объема воды?

# Решение задач с физическим содержанием

Решение:

Задача сводится к решению уравнения  $H(t) = \frac{1}{4}H_0$  при заданных значениях начальной высоты  $H_0 = 20$  м, отношения площадей поперечных сечений крана и бака  $k = \frac{1}{400}$  и ускорения свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>:

$$20 - \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 20} \cdot \frac{1}{400} \cdot t + \frac{10}{2} \cdot \left(\frac{1}{400}\right)^2 t^2 = 5 \quad t^2 - 1600t + 480000 = 0$$

Решив квадратное уравнение, имеем  $t_1 = 400$  с и  $t_2 = 1200$  с.  $t_2 = 1200$  с не удовлетворяет условию задачи.

Ответ: 400 с.

# Решение задач с физическим содержанием

Задача 3. Для определения эффективной температуры звезд используют закон Стефана-Больцмана, согласно которому мощность излучения нагретого тела  $P$ , измеряемая в ваттах, прямо пропорциональна площади его поверхности и четвертой степени температуры:  $P = \sigma ST^4$ , где  $\sigma = 5,7 \cdot 10^{-8}$  – постоянная, площадь  $S$  измеряется в квадратных метрах, температура  $T$  – в градусах Кельвина, а мощность  $P$  – в ваттах.

Известно, что некоторая звезда имеет площадь поверхности  $S = \frac{1}{64} \cdot 10^{20} \text{ м}^2$ , а излучаемая ею мощность  $P$  не менее  $2,28 \cdot 10^{25}$  Вт. Определите наименьшую возможную температуру этой звезды. Приведите ответ в градусах Кельвина.

# Решение задач с физическим содержанием

Решение.

Задача сводится к решению неравенства  $P \geq 2,28 \cdot 10^{25}$  при известном значении постоянной  $\sigma = 5,7 \cdot 10^{-8}$  и заданной площади поверхности звезды  $S = \frac{1}{64} \cdot 10^{20} \text{ м}^2$ :

$$P \geq 2,28 \cdot 10^{25}$$

$$\sigma S T^4 \geq 2,28 \cdot 10^{25}$$

$$5,7 \cdot 10^{-8} \cdot \frac{1}{64} \cdot 10^{20} \cdot T^4 \geq 2,28 \cdot 10^{25}$$

$$T^4 \geq \frac{2,28 \cdot 10^{25}}{5,7 \cdot 10^{-8} \cdot \frac{1}{64} \cdot 10^{20}}$$

$$T^4 \geq 2,56 \cdot 10^{14}$$

$$T \geq \sqrt[4]{256 \cdot 10^{12}}$$

$$T \geq 4000 \text{ К}$$

Значит, наименьшая возможная температура звезды  $T = 4000 \text{ К}$ .

Ответ: 4000 К.



# Решение задач с физическим содержанием

При движении ракеты её видимая для неподвижного наблюдателя длина,

измеряемая в метрах, сокращается по закону  $l = l_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ , где  $l_0 = 5$  м – длина покоящейся ракеты,  $c = 3 \cdot 10^5$  км/с – скорость света, а  $v$  – скорость ракеты (в км/с). Какова должна быть минимальная скорость ракеты, чтобы её наблюдаемая длина стала не более 3 м? Ответ выразите в км/с.

# Решение задач с физическим содержанием

**Решение.**

Найдем, при какой скорости длина ракеты станет равна 3 м. Задача сводится к решению

уравнения  $l_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = 3$  (м) при заданном значении длины покоящейся ракеты  $l_0 = 5$  м и известном значении скорости света  $c = 3 \cdot 10^8$  км/с;

$$l_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = 3 \cdot 10^{-3} \text{ (км)}$$

$$5 \cdot 10^{-3} \sqrt{1 - \frac{v^2}{(3 \cdot 10^8)^2}} = 3 \cdot 10^{-3}$$

$$\sqrt{1 - \frac{v^2}{9 \cdot 10^{16}}} = \frac{3}{5}$$

$$1 - \frac{v^2}{9 \cdot 10^{16}} = \frac{9}{25}$$

$$\frac{v^2}{9 \cdot 10^{16}} = \frac{16}{25}$$

$$v^2 = \frac{16 \cdot 9 \cdot 10^{16}}{25}$$

$$v = \sqrt{\frac{16 \cdot 9 \cdot 10^{16}}{25}} = 2,4 \cdot 10^8$$

$$v = 240000 \text{ км/с.}$$

Если скорость будет превосходить найденную, то длина ракеты будет менее 3 м, поэтому минимальная необходимая скорость будет равна 240000 км/с.

**Ответ:** 240000 км/с.

# Решение задач с физическим содержанием

## Рефлексия



На уроке было интересно, у меня всё получилось.



На уроке было интересно, но некоторые задания вызвали затруднения.



Было скучно, мне трудно выполнять задания.

