

**Выездная физико-математическая олимпиада МФТИ. Январь – февраль 2021г.**  
**Условия. 11 класс. Физика**

**1.** Автомобиль разгоняется из неподвижного состояния с постоянным ускорением, двигаясь по прямой. За  $t=10$  с он прошел путь  $S=100$  м.

1) Найти ускорение автомобиля. 2) Найти скорость автомобиля на расстоянии  $S_1=49$  м от места старта.

**2.1.** По горизонтальной поверхности стола движется брусок и сталкивается с неподвижным бруском. Скорость движущегося бруска перед ударом  $V_0$ , его масса в 4 раза меньше массы неподвижного бруска. Все скорости направлены вдоль одной прямой. Коэффициент трения брусков по столу  $\mu$ .

1) Найти скорость двигавшегося бруска сразу после столкновения.

2) На каком расстоянии окажутся остановившиеся бруски после столкновения.

**2.2.** По горизонтальной поверхности стола движется брусок и сталкивается с неподвижным бруском. Скорость движущегося бруска перед ударом  $V_0$ , его масса в 5 раз меньше массы неподвижного бруска. Все скорости направлены вдоль одной прямой. Коэффициент трения брусков по столу  $\mu$ .

1) Найти скорость покоившегося бруска сразу после столкновения.

2) На каком расстоянии окажутся остановившиеся бруски после столкновения.

**3.1.** С одноатомным идеальным газом проводят циклический процесс, состоящий из изобары, изохоры и адиабаты. В изобарическом процессе объем газа увеличивается в  $n = 8$  раз.

1) Найдите КПД  $\eta$  цикла.

2) Найдите максимальный возможный КПД  $\eta_{MAX}$  такого цикла при неограниченном росте  $n$ .

*Указание: в адиабатическом процессе с одноатомным идеальным газом абсолютная температура и объем связаны соотношением  $T \cdot V^{\frac{5}{3}} = const$ .*

**3.2.** С одноатомным идеальным газом в количестве  $\nu = 1$  моль проводят цикл, состоящий из трех процессов: расширения, в котором плотность и абсолютная температура связаны обратно пропорциональной зависимостью  $\rho = \frac{\alpha}{T}$ , изохорного охлаждения и адиабатического сжатия. В процессе расширения плотность

газа уменьшается в  $n = 5,2$  раза. В начальном состоянии температура газа  $T_0 = 300$  К.

1) Найдите работу  $A$  газа за цикл.

2) Найдите максимальный возможный КПД  $\eta_{MAX}$  такого цикла при неограниченном росте  $n$ .

*Указание: в адиабатическом процессе с одноатомным идеальным газом абсолютная температура и плотность связаны соотношением  $T = const \cdot \rho^{\frac{5}{3}}$ .*

**4.** В цилиндре под поршнем находится воздух с относительной влажностью  $\varphi_1 = 96\%$  при температуре  $t_1 = 14^\circ\text{C}$ . Воздух сжали, уменьшив объем в 3 раза, а температуру увеличили до  $100^\circ\text{C}$ .

1) Во сколько раз увеличилась плотность водяного пара?

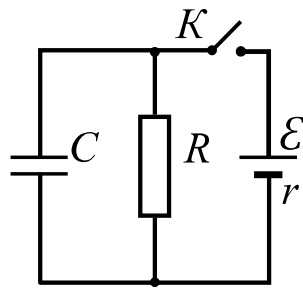
2) Найти новую относительную влажность воздуха.

Пар считать идеальным газом. Давление насыщенного водяного пара при  $14^\circ\text{C}$  равно  $P_{1H} = 1,6$  кПа.

**5.** В цепи, схема которой показана рисунке, все параметры известны, в начальный момент конденсатор не заряжен. Ключ замыкают, а в тот момент, когда скорость роста энергии, запасенной в конденсаторе, становится равной мощности тепловыделения на сопротивлении  $R$ , ключ размыкают.

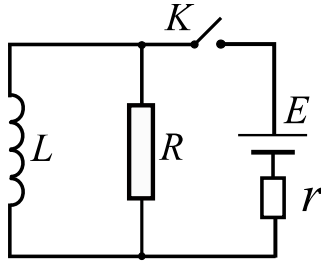
1) Какую мощность  $P$  развивают сторонние силы в источнике перед размыканием ключа?

2) Какое количество  $Q$  теплоты выделится в цепи, если ключ разомкнуть в тот момент, когда скорость роста энергии конденсатора, становится наибольшей?



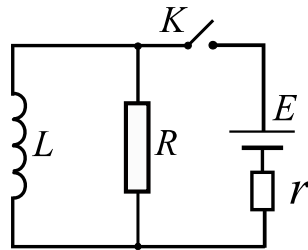
6.1. Параметры элементов цепи указаны на схеме (см. рис.). Ключ замыкают.

- 1) Найти ток через резистор  $R$  сразу после замыкания ключа.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивности в момент, когда ток через  $R$  станет в 2 раза меньше тока через источник.



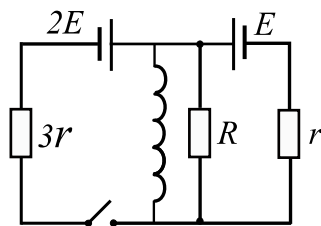
6.2. Параметры элементов цепи указаны на схеме (см. рис.). Ключ замыкают.

- 1) Найти ток через источник сразу после замыкания ключа.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивности в момент, когда ток через  $R$  станет в 3 раза меньше тока через источник.



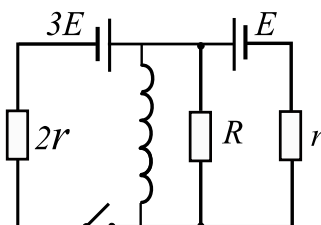
7.1. В цепи, схема которой показана рисунке, ключ разомкнут, режим в цепи установился. Параметры элементов цепи указаны на схеме.

- 1) Найти ток через катушку индуктивности в установившемся режиме до замыкания ключа.
- 2) Найти ток через резистор  $R$  сразу после замыкания ключа.



7.2. В цепи, схема которой показана рисунке, ключ разомкнут, режим в цепи установился. Параметры элементов цепи указаны на схеме.

- 1) Найти ток через источник  $E$  в установившемся режиме до замыкания ключа.
- 2) Найти ток через резистор  $R$  сразу после замыкания ключа.



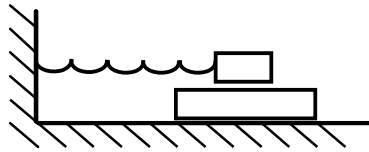
**8.1.** На гладкой горизонтальной поверхности стола находится доска. На доске лежит брусок, прикрепленный к стене упругой пружиной (см. рис.). Масса бруска в 8 раз больше массы доски. Система совершает колебания вдоль горизонтальной прямой с амплитудой  $A = 0,1$  м и максимальной скоростью  $V_M = 1,6$  м/с.

Брусок при колебаниях не проскальзывает по доске.

1) Найти максимальное значение ускорения бруска.

2) При каких значениях коэффициента трения между доской и бруском такие колебания возможны?

Принять  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.



**8.2.** На гладкой горизонтальной поверхности стола находится доска. На доске лежит брусок, прикрепленный к стене упругой пружиной (см. рис.). Масса бруска в 10 раз больше массы доски. Система совершает колебания вдоль горизонтальной прямой с амплитудой  $A = 0,2$  м и максимальной скоростью  $V_M = 2$  м/с.

Брусок при колебаниях не проскальзывает по доске.

1) Найти период колебаний системы.

2) При каких значениях коэффициента трения между доской и бруском такие колебания возможны?

Принять  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

