

# Разбор заданий школьного этапа ВсОШ по физике

для 11 класса

2024/25 учебный год

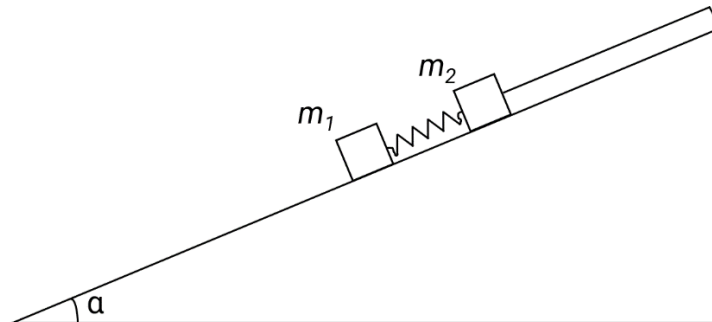
Максимальное количество баллов — 30

## Задание № 1.1

---

### Общее условие:

На гладкой наклонной плоскости, расположенной под углом  $\alpha = 30^\circ$  к горизонту, лежат два кубика массами  $m_1 = 2$  кг и  $m_2 = 1$  кг (см. рисунок). Верхний кубик привязан нитью к упору, находящемуся в верхней точке плоскости, нижний и верхний кубики соединены невесомой пружиной с коэффициентом жёсткости  $k = 250$  Н/м. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.



### Условие:

На сколько сантиметров растянута пружина? Ответ округлите до целых.

Ответ: 4

Точное совпадение ответа — 1 балл

**Условие:**

Чему равна сила натяжения нити? Ответ выразите в ньютонах, округлите до целых.

**Ответ:** 15

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

**Условие:**

Нить обрывается. Как соотносятся ускорения кубиков сразу после этого?

**Ответ:**

- Ускорения равны
- Ускорение нижнего кубика больше
- Ускорение верхнего кубика больше

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Определите ускорение верхнего кубика сразу после обрыва нити. Ответ выразите в  $\text{м/с}^2$ , округлите до целых.

**Ответ:** 15

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Определите ускорение нижнего кубика сразу после обрыва нити. Ответ выразите в  $\text{м/с}^2$ , округлите до целых.

**Ответ:** 0**Точное совпадение ответа — 2 балла****Условие:**

При каком минимальном коэффициенте трения верхнего кубика о плоскость кубики не будут двигаться после обрыва нити? Коэффициент трения нижнего кубика по-прежнему равен нулю. Ответ округлите до сотых.

**Ответ:** 1.73**Точное совпадение ответа — 2 балла****Максимальный балл за задание — 10***Решение.*

Сила упругости пружины компенсирует проекцию силы тяжести, действующей на кубик  $m_1$ , на прямую, параллельную наклонной плоскости:

$$kx = m_1 g \sin \alpha$$

$$x = \frac{m_1 g \sin \alpha}{k} = 0.04 \text{ м} = 4 \text{ см (ответ на первый вопрос)}.$$

Аналогично, сила натяжения нити равна сумме проекций сил тяжести, действующих на оба кубика:

$$T = (m_1 + m_2)g \sin \alpha = 15 \text{ Н (ответ на второй вопрос)}$$

Сразу после обрыва нити растяжение пружины и сила упругости пружины не могут измениться, так как перемещение кубиков за малый интервал времени стремится к нулю. Поэтому силы, действующие на нижний кубик, остаются неизменными, и его ускорение равно нулю (ответ на пятый вопрос). На верхний кубик после обрыва нити действуют сила упругости и составляющая силы тяжести. Его ускорение:

$$a_2 = \frac{kx + m_2 g \sin \alpha}{m_2} = 15 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \text{ (ответ на четвёртый вопрос).}$$

Таким образом, ответ на третий вопрос задачи — ускорение верхнего кубика больше.

Чтобы после обрыва нити кубики остались в состоянии покоя, сила трения, действующая на верхний кубик, должна быть равна сумме сил упругости и составляющей силы тяжести:

$$F_{\text{тр}} = kx + m_2 g \sin \alpha.$$

Эта сила не превышает значение силы трения скольжения  $\mu m_2 g \cos \alpha$ . Отсюда минимальное значение коэффициента трения для того, чтобы кубики покоились после обрыва нити:

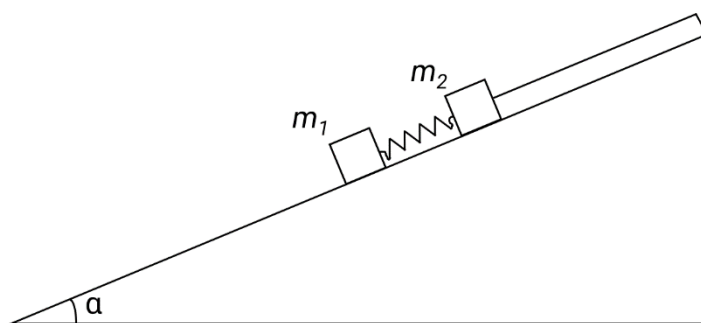
$$\mu = \frac{kx + m_2 g \sin \alpha}{m_2 g \cos \alpha} \approx 1.73.$$

## Задание № 1.2

---

### Общее условие:

На гладкой наклонной плоскости, расположенной под углом  $\alpha = 30^\circ$  к горизонту, лежат два кубика массами  $m_1 = 3$  кг и  $m_2 = 2$  кг (см. рисунок). Верхний кубик привязан нитью к упору, находящемуся в верхней точке плоскости, нижний и верхний кубики соединены невесомой пружиной с коэффициентом жёсткости  $k = 300$  Н/м. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.



### Условие:

На сколько сантиметров растянута пружина? Ответ округлите до целых.

**Ответ: 5**

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

### Условие:

Чему равна сила натяжения нити? Ответ выразите в ньютонах, округлите до целых.

**Ответ: 25**

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

**Условие:**

Нить обрывается. Как соотносятся ускорения кубиков сразу после этого?

**Ответ:**

- Ускорения равны
- Ускорение нижнего кубика больше
- Ускорение верхнего кубика больше

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Определите ускорение верхнего кубика сразу после обрыва нити.  
Ответ выразите в  $\text{м/с}^2$ , округлите до десятых.

**Ответ:** 12.5

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Определите ускорение нижнего кубика сразу после обрыва нити.  
Ответ выразите в  $\text{м/с}^2$ , округлите до целых.

**Ответ:** 0

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

При каком минимальном коэффициенте трения верхнего кубика о плоскость кубики не будут двигаться после обрыва нити? Коэффициент трения нижнего кубика по-прежнему равен нулю. Ответ округлите до сотых.

**Ответ:** 1.44

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Максимальный балл за задание — 10**

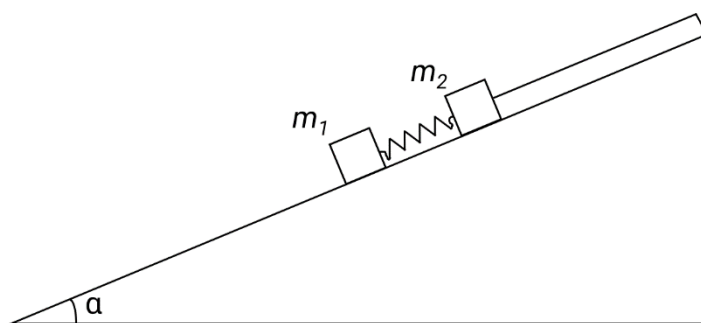
*Решение по аналогии с заданием 1.1*

### Задание № 1.3

---

#### Общее условие:

На гладкой наклонной плоскости, расположенной под углом  $\alpha = 30^\circ$  к горизонту, лежат два кубика массами  $m_1 = 3$  кг и  $m_2 = 5$  кг (см. рисунок). Верхний кубик привязан нитью к упору, находящемуся в верхней точке плоскости, нижний и верхний кубики соединены невесомой пружиной с коэффициентом жёсткости  $k = 150$  Н/м. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.



#### Условие:

На сколько сантиметров растянута пружина? Ответ округлите до целых.

**Ответ:** 10

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

#### Условие:

Чему равна сила натяжения нити? Ответ выразите в ньютонах, округлите до целых.

**Ответ:** 40



**Точное совпадение ответа — 1 балл**

**Условие:**

Нить обрывается. Как соотносятся ускорения кубиков сразу после этого?

**Ответ:**

- Ускорения равны
- Ускорение нижнего кубика больше
- Ускорение верхнего кубика больше

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Определите ускорение верхнего кубика сразу после обрыва нити.  
Ответ выразите в  $\text{м/с}^2$ , округлите до целых.

**Ответ: 8**

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Определите ускорение нижнего кубика сразу после обрыва нити.  
Ответ выразите в  $\text{м/с}^2$ , округлите до целых.

**Ответ: 0**

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

При каком минимальном коэффициенте трения верхнего кубика о плоскость кубики не будут двигаться после обрыва нити? Коэффициент трения нижнего кубика по-прежнему равен нулю. Ответ округлите до сотых.

**Ответ:** 0.92

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Максимальный балл за задание — 10**

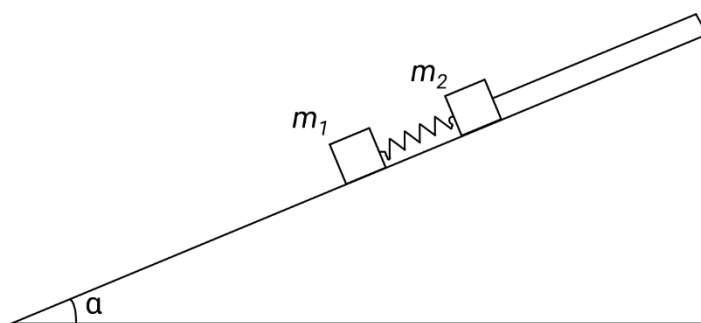
*Решение по аналогии с заданием 1.1*

### Задание № 1.4

---

#### Общее условие:

На гладкой наклонной плоскости, расположенной под углом  $\alpha = 30^\circ$  к горизонту, лежат два кубика массами  $m_1 = 6$  кг и  $m_2 = 4$  кг (см. рисунок). Верхний кубик привязан нитью к упору, находящемуся в верхней точке плоскости, нижний и верхний кубики соединены невесомой пружиной с коэффициентом жёсткости  $k = 400$  Н/м. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.



#### Условие:

На сколько сантиметров растянута пружина? Ответ округлите до десятых.

**Ответ:** 7.5

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

#### Условие:

Чему равна сила натяжения нити? Ответ выразите в ньютонах, округлите до целых.

**Ответ:** 50

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

**Условие:**

Нить обрывается. Как соотносятся ускорения кубиков сразу после этого?

**Ответ:**

- Ускорения равны
- Ускорение нижнего кубика больше
- Ускорение верхнего кубика больше

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Определите ускорение верхнего кубика сразу после обрыва нити.  
Ответ выразите в  $\text{м/с}^2$ , округлите до десятых.

**Ответ:** 12.5

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Определите ускорение нижнего кубика сразу после обрыва нити.  
Ответ выразите в  $\text{м/с}^2$ , округлите до целых.

**Ответ:** 0

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

При каком минимальном коэффициенте трения верхнего кубика о плоскость кубики не будут двигаться после обрыва нити? Коэффициент трения нижнего кубика по-прежнему равен нулю. Ответ округлите до сотых.

**Ответ:** 1.44

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Максимальный балл за задание — 10**

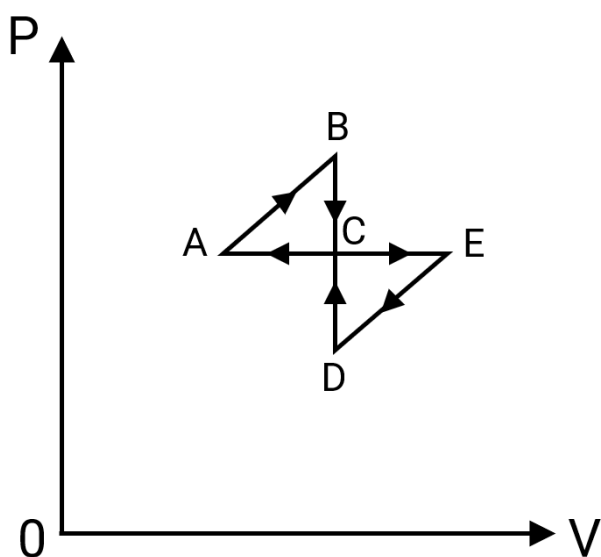
*Решение по аналогии с заданием 1.1*

## Задание № 2.1

---

### Общее условие:

Циклы двух тепловых машин, рабочим телом которых является одноатомный идеальный газ, в  $PV$ -координатах представляют собой два одинаковых прямоугольных треугольника  $ABC$  и  $DCE$  ( $AC = CE$ ,  $BC = CD$ ) с общей вершиной прямого угла, катеты которых параллельны координатным осям (см. рисунок).



Работа машины  $DCE$  за цикл  $A_2 = 100$  Дж, а её КПД  $\eta_2 = 10\%$ .

### Условие:

Сравните КПД машин  $ABC$  ( $\eta_1$ ) и  $DCE$  ( $\eta_2$ ) друг с другом.

### Ответ:

- $\eta_1 < \eta_2$
- $\eta_1 = \eta_2$
- $\eta_1 > \eta_2$

- Данных недостаточно для однозначного ответа

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

На каких участках циклов машины ABC тепло подводится, а на каких — отводится?

**Ответ:**

AB	Подводится
BC	Отводится
CA	Отводится

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

**Условие:**

На каких участках циклов машины DCE тепло подводится, а на каких — отводится?

**Ответ:**

DC	Подводится
CE	Подводится
ED	Отводится

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

**Условие:**

Определите количество теплоты, отведённое за цикл, для машины DCE.  
Ответ выразите в джоулях, округлите до целых.

**Ответ:** 900

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Определите количество теплоты, отведённое за цикл, для машины ABC.  
Ответ выразите в джоулях, округлите до целых.

**Ответ:** 1000

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Определите КПД машины ABC. Ответ выразите в процентах, округлите до целых.

**Ответ:** 9

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Максимальный балл за задание — 10**



*Решение.*

Работа за один цикл для тепловой машины равна площади цикла и одинакова для обеих машин. Следовательно, КПД больше у той машины, для которой за цикл подводится меньшее количество теплоты. Для машины ABC тепло подводится на участке AB, для машины DCE — на участках DC и CE. Покажем, что количество теплоты, подведённой на AB, больше суммарного количества теплоты, подведённой на участках DC и CE. Для этого заметим, что количество теплоты, отведённой на участке BC, по модулю равно количеству теплоты, подведённой на участке DC, так как изменения внутренней энергии для этих участков одинаковы, а работа для них равна нулю. Аналогично, для участков CA и CE равны по модулю изменения внутренней энергии и работы, а значит, и модули количества теплоты. Таким образом, модуль количества теплоты  $Q_{BCA}$ , отведённой в цикле ABC, равен количеству теплоты  $Q_{DCE}$ , подведённой в цикле DCE  $Q_{BCA} = Q_{DCE}$ , но при этом  $Q_{BCA} < Q_{AB}$  на величину работы в цикле ABC. Отсюда и  $Q_{DCE} < Q_{AB}$ . Учитывая, что  $\eta_{ABC} = \frac{A_{ABC}}{Q_{AB}}$  и  $\eta_{DCE} = \frac{A_{DCE}}{Q_{DCE}}$ , приходим к выводу, что  $\eta_{ABC} < \eta_{DCE}$  (ответ на первый вопрос).

Количество теплоты  $Q$ , поступающей к рабочему телу на любом участке цикла, по первому началу термодинамики определяется выражением

$$Q = \Delta U + A,$$

где  $\Delta U$  — изменение внутренней энергии,  $A$  — работа на этом участке. Значение внутренней энергии идеального одноатомного газа определяется выражением  $U = \frac{3}{2}PV$ . Для цикла ABC на участках AB значение  $PV$  увеличивается, а значит,  $\Delta U$  положительно. Работа на участке AB также положительна (объём увеличивается!), следовательно, тепло на AB подводится. На участке BC работа равна нулю,  $\Delta U$  отрицательна — тепло отводится. На участке CA и  $\Delta U$ , и  $A$  отрицательны, тепло на AC отводится

(ответ на второй вопрос задачи).

Для цикла DCE на участке DC  $\Delta U$  положительно, работа на этом участке равна нулю — тепло подводится. На участке CE  $\Delta U$  и  $A$  положительны — тепло подводится. Для участка ED  $\Delta U$ , и  $A$  отрицательны, тепло отводится (ответ на третий вопрос задачи).

Для ответа на четвёртый вопрос проще всего определить сначала количество подведённой в цикле DCE теплоты. Из формулы для КПД  $\eta_2 = \frac{A_2}{Q_{DCE}}$  получаем

$$Q_{DCE} = \frac{A_2}{\eta_2} = 1000 \text{ Дж.}$$

При этом работа в цикле равна разности количеств подведённой и отведённой теплоты  $A_2 = Q_{DCE} - Q_{ED}$ , откуда  $Q_{ED} = Q_{DCE} - A_2 = 900 \text{ Дж}$  (ответ на четвёртый вопрос).

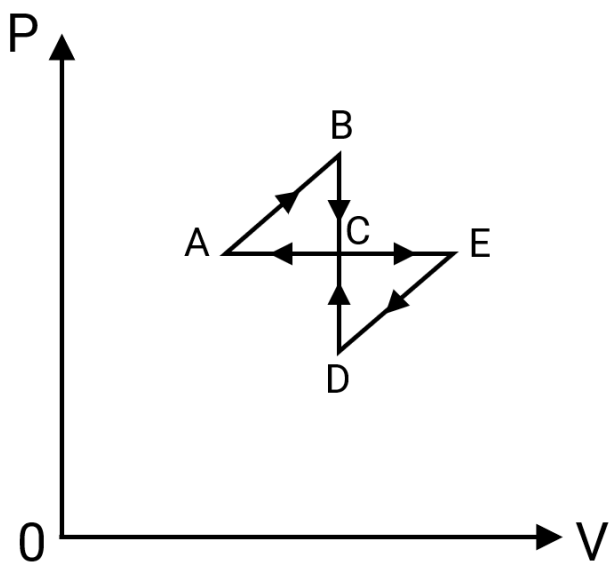
Для ответа на пятый вопрос вспомним, что, отвечая на первый вопрос задачи, мы уже показали, что модуль количества теплоты  $Q_{BCA}$ , отведённой в цикле ABC, равен количеству теплоты  $Q_{DCE}$ , подведённой в цикле DCE  $Q_{BCA} = Q_{DCE} = 1000 \text{ Дж}$ . Это и есть ответ на пятый вопрос задачи. Для определения КПД машины ABC необходимо знать количество теплоты, подведённой к этой машине на участке AB  $Q_{AB}$ . Но эта величина больше модуля  $Q_{BCA}$  на величину работы  $A_1$ , которая равна  $A_2$ , то есть 100 Дж. Тогда  $Q_{AB} = Q_{BCA} + A_2 = 1100 \text{ Дж}$ . КПД машины ABC:

$$\eta_1 = \frac{A_1}{Q_{AB}} \approx 0.091 \approx 9 \%$$

## Задание № 2.2

### Общее условие:

Циклы двух тепловых машин, рабочим телом которых является одноатомный идеальный газ, в  $PV$ -координатах представляют собой два одинаковых прямоугольных треугольника  $ABC$  и  $DCE$  ( $AC = CE$ ,  $BC = CD$ ) с общей вершиной прямого угла, катеты которых параллельны координатным осям (см. рисунок).



Работа машины  $DCE$  за цикл  $A_2 = 360$  Дж, а её КПД  $\eta_2 = 12\%$ .

### Условие:

Сравните КПД машин  $ABC$  ( $\eta_1$ ) и  $DCE$  ( $\eta_2$ ) друг с другом.

### Ответ:

- $\eta_1 < \eta_2$
- $\eta_1 = \eta_2$
- $\eta_1 > \eta_2$

- Данных недостаточно для однозначного ответа

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

На каких участках циклов машины ABC тепло подводится, а на каких — отводится?

**Ответ:**

AB	Подводится
BC	Отводится
CA	Отводится

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

**Условие:**

На каких участках циклов машины DCE тепло подводится, а на каких — отводится?

**Ответ:**

DC	Подводится
CE	Подводится
ED	Отводится

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

**Условие:**

Определите количество теплоты, отведённое за цикл, для машины DCE.  
Ответ выразите в джоулях, округлите до целых.

**Ответ:** 2640

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Определите количество теплоты, отведённое за цикл, для машины ABC.  
Ответ выразите в джоулях, округлите до целых.

**Ответ:** 3000

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Определите КПД машины ABC. Ответ выразите в процентах, округлите до целых.

**Ответ:** 11

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

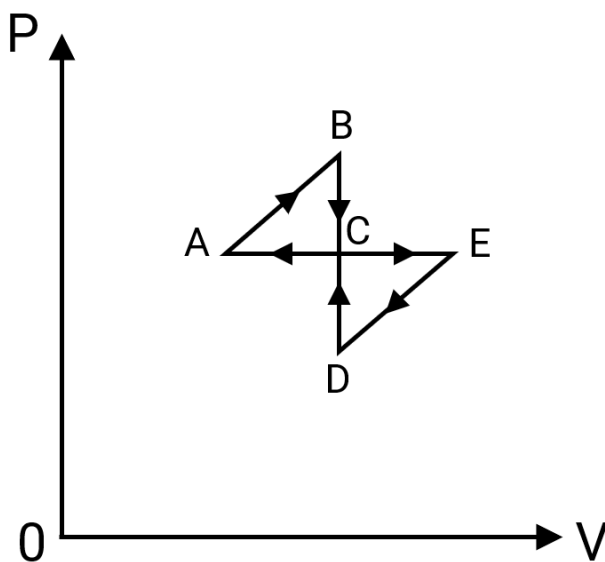
**Максимальный балл за задание — 10**

*Решение по аналогии с заданием 2.1*

### Задание № 2.3

#### Общее условие:

Циклы двух тепловых машин, рабочим телом которых является одноатомный идеальный газ, в  $PV$ -координатах представляют собой два одинаковых прямоугольных треугольника  $ABC$  и  $DCE$  ( $AC = CE$ ,  $BC = CD$ ) с общей вершиной прямого угла, катеты которых параллельны координатным осям (см. рисунок).



Работа машины  $DCE$  за цикл  $A_2 = 160$  Дж, а её КПД  $\eta_2 = 8\%$ .

#### Условие:

Сравните КПД машин  $ABC$  ( $\eta_1$ ) и  $DCE$  ( $\eta_2$ ) друг с другом.

#### Ответ:

- $\eta_1 < \eta_2$
- $\eta_1 = \eta_2$
- $\eta_1 > \eta_2$

- Данных недостаточно для однозначного ответа

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

На каких участках циклов машины ABC тепло подводится, а на каких — отводится?

**Ответ:**

AB	Подводится
BC	Отводится
CA	Отводится

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

**Условие:**

На каких участках циклов машины DCE тепло подводится, а на каких — отводится?

**Ответ:**

DC	Подводится
CE	Подводится
ED	Отводится

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

**Условие:**

Определите количество теплоты, отведённое за цикл, для машины DCE.  
Ответ выразите в джоулях, округлите до целых.

**Ответ:** 1840

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Определите количество теплоты, отведённое за цикл, для машины ABC.  
Ответ выразите в джоулях, округлите до целых.

**Ответ:** 2000

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Определите КПД машины ABC. Ответ выразите в процентах, округлите до десятых.

**Ответ:** 7.4

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Максимальный балл за задание — 10**

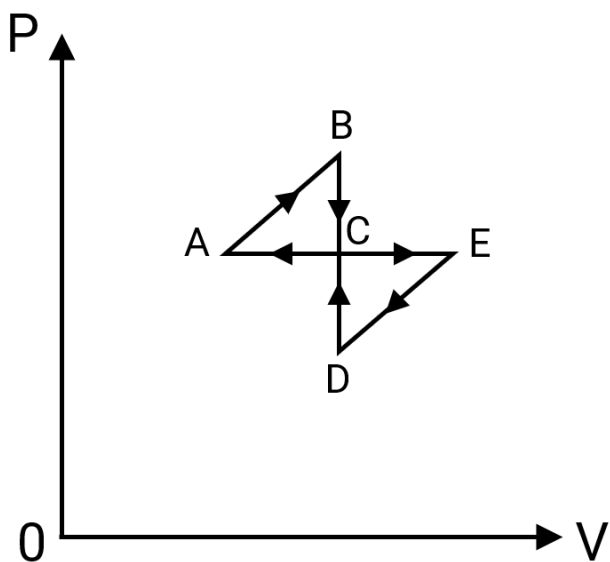
*Решение по аналогии с заданием 2.1*



## Задание № 2.4

### Общее условие:

Циклы двух тепловых машин, рабочим телом которых является одноатомный идеальный газ, в  $PV$ -координатах представляют собой два одинаковых прямоугольных треугольника  $ABC$  и  $DCE$  ( $AC = CE$ ,  $BC = CD$ ) с общей вершиной прямого угла, катеты которых параллельны координатным осям (см. рисунок).



Работа машины  $DCE$  за цикл  $A_2 = 180$  Дж, а её КПД  $\eta_2 = 12\%$ .

### Условие:

Сравните КПД машин  $ABC$  ( $\eta_1$ ) и  $DCE$  ( $\eta_2$ ) друг с другом.

### Ответ:

- $\eta_1 < \eta_2$
- $\eta_1 = \eta_2$
- $\eta_1 > \eta_2$

- Данных недостаточно для однозначного ответа

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

На каких участках циклов машины ABC тепло подводится, а на каких — отводится?

**Ответ:**

AB	Подводится
BC	Отводится
CA	Отводится

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

**Условие:**

На каких участках циклов машины DCE тепло подводится, а на каких — отводится?

**Ответ:**

DC	Подводится
CE	Подводится
ED	Отводится

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

**Условие:**

Определите количество теплоты, отведённое за цикл, для машины DCE.  
Ответ выразите в джоулях, округлите до целых.

**Ответ:** 1320

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Определите количество теплоты, отведённое за цикл, для машины ABC.  
Ответ выразите в джоулях, округлите до целых.

**Ответ:** 1500

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Определите КПД машины ABC. Ответ выразите в процентах, округлите до целых.

**Ответ:** 11

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Максимальный балл за задание — 10**

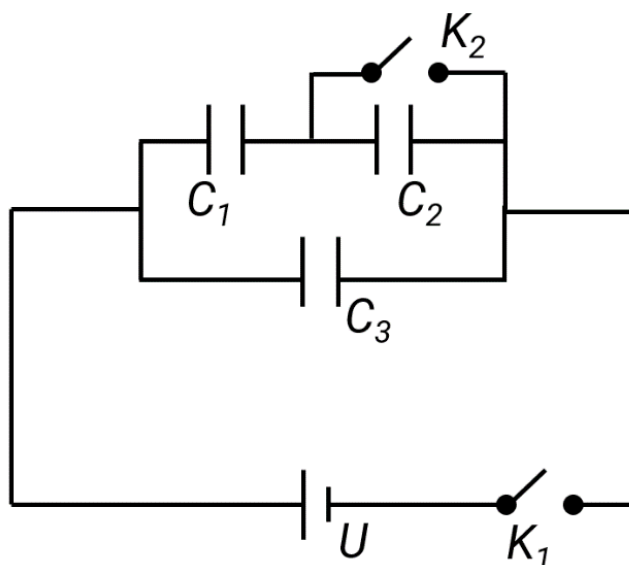
*Решение по аналогии с заданием 2.1*

### Задание № 3.1

---

#### Общее условие:

В схеме на рисунке напряжение источника  $U = 12$  В, ёмкости конденсаторов  $C_1 = C_3 = 4$  мкФ,  $C_2 = 12$  мкФ.



Сначала ключи разомкнуты, конденсаторы не заряжены. Ключ  $K_1$  замыкают.

#### Условие:

Определите заряд, прошедший через ключ  $K_1$  за время от момента его замыкания до момента установления напряжений на конденсаторах. Ответ выразите в микрокулонах, округлите до целых.

**Ответ:** 84

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Определите энергию системы конденсаторов после установления напряжений на конденсаторах. Ответ выразите в микроджоулях, округлите до целых.

**Ответ:** 504

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Ключ  $K_1$  остаётся замкнутым. Теперь замыкают ключ  $K_2$ . Что произойдёт с напряжением на каждом из конденсаторов?

**Ответ:**

Напряжение на конденсаторе $C_1$	Увеличится
Напряжение на конденсаторе $C_2$	Уменьшится
Напряжение на конденсаторе $C_3$	Не изменится

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Какой заряд пройдёт через ключ  $K_1$  после замыкания ключа  $K_2$ ?  
Ответ выразите в микрокулонах, округлите до целых.

**Ответ:** 12

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Какой заряд пройдёт через ключ  $K_2$  после его замыкания? Ответ выразите в микрокулонах, округлите до целых.

**Ответ:** 48**Точное совпадение ответа — 2 балла****Максимальный балл за задание — 10***Решение.*

В исходной схеме два последовательно соединённых конденсатора  $C_1$  и  $C_2$  имеют эквивалентную ёмкость  $C_{12}$ , которая определяется выражением

$$\frac{1}{C_{12}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}.$$

Подставляя численные значения, получаем  $C_{12} = 3$  мкФ. Вместе с параллельно соединённым с ними конденсатором  $C_3$  общая ёмкость системы составляет  $C = C_{12} + C_3 = 7$  мкФ. Заряд такой батареи конденсаторов составляет  $q = CU = 84$  мкКл, точно такой же заряд проходит через ключ  $K_1$  (ответ на первый вопрос задачи). Энергия системы трёх конденсаторов при этом составляет  $W = \frac{CU^2}{2} = 504$  мкДж (ответ на второй вопрос).

До замыкания ключа  $K_2$  напряжение на конденсаторе  $C_1$  было равно  $U_1 = \frac{C_2}{C_1 + C_2} U = 9$  В. После замыкания ключа  $K_2$  напряжение на конденсаторе  $C_1$  будет равно напряжению источника 12 В. Таким образом, напряжение и заряд на этом конденсаторе увеличиваются. Напряжение на конденсаторе  $C_3$  было и осталось равным напряжению источника, заряд не изменяется. Напряжение же и заряд конденсатора  $C_2$  после замыкания  $K_2$  обращаются в ноль. Таким образом, ответ на третий вопрос задачи выглядит так:

напряжение на конденсаторе  $C_1$  увеличится, напряжение на конденсаторе  $C_2$  уменьшится, напряжение на конденсаторе  $C_3$  не изменится. После замыкания  $K_2$  система конденсаторов состоит из двух параллельно соединённых конденсаторов  $C_1$  и  $C_3$  с ёмкостью  $C' = C_1 + C_3 = 8$  мкФ. Заряд такой батареи  $q' = C'U = 96$  мкКл. Через ключ  $K_1$  после замыкания  $K_2$  дополнительно пройдёт заряд  $\Delta q_1 = q' - q = 12$  мкКл (четвёртый вопрос задачи).

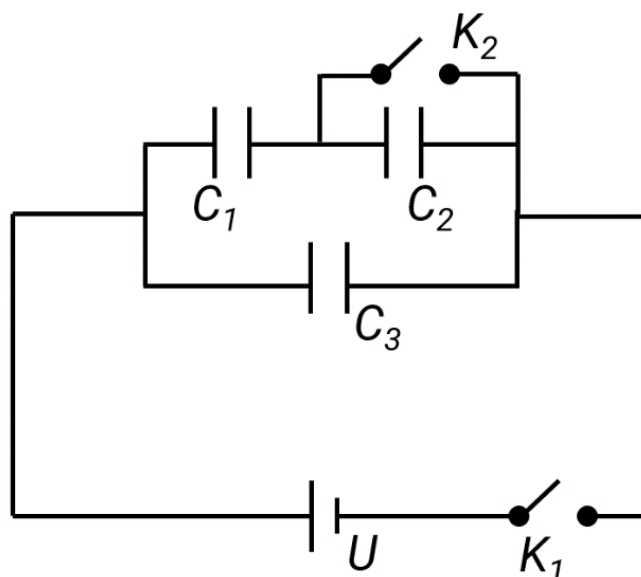
Для ответа на пятый вопрос проследим за изменением заряда на пластинах конденсаторов  $C_1$  и  $C_2$ , соединённых друг с другом. До замыкания  $K_2$  их суммарный заряд был равен нулю, после замыкания он равен  $C_1U = 48$  мкКл (заряд пластины конденсатора  $C_1$ , заряд же  $C_2$  теперь равен нулю). Дополнительный заряд на этих пластинах может возникнуть, только пройдя через ключ  $K_2$ . Таким образом, через этот ключ после его замыкания проходит заряд 48 мкКл.

### Задание № 3.2

---

#### Общее условие:

В схеме на рисунке напряжение источника  $U = 10$  В, ёмкости конденсаторов  $C_1 = 15$  мкФ,  $C_2 = 10$  мкФ,  $C_3 = 12$  мкФ.



Сначала ключи разомкнуты, конденсаторы не заряжены. Ключ  $K_1$  замыкают.

#### Условие:

Определите заряд, прошедший через ключ  $K_1$  за время от момента его замыкания до момента установления напряжений на конденсаторах. Ответ выразите в микрокулонах, округлите до целых.

**Ответ:** 180

**Точное совпадение ответа — 2 балла**



**Условие:**

Определите энергию системы конденсаторов после установления напряжений на конденсаторах. Ответ выразите в микроджоулях, округлите до целых.

**Ответ:** 900

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Ключ  $K_1$  остаётся замкнутым. Теперь замыкают ключ  $K_2$ . Что произойдёт с напряжением на каждом из конденсаторов?

**Ответ:**

Напряжение на конденсаторе $C_1$	Увеличится
Напряжение на конденсаторе $C_2$	Уменьшится
Напряжение на конденсаторе $C_3$	Не изменится

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Какой заряд пройдёт через ключ  $K_1$  после замыкания ключа  $K_2$ ?  
Ответ выразите в микрокулонах, округлите до целых.

**Ответ:** 90

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Какой заряд пройдёт через ключ  $K_2$  после его замыкания? Ответ выразите в микрокулонах, округлите до целых.

**Ответ:** 150

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Максимальный балл за задание — 10**

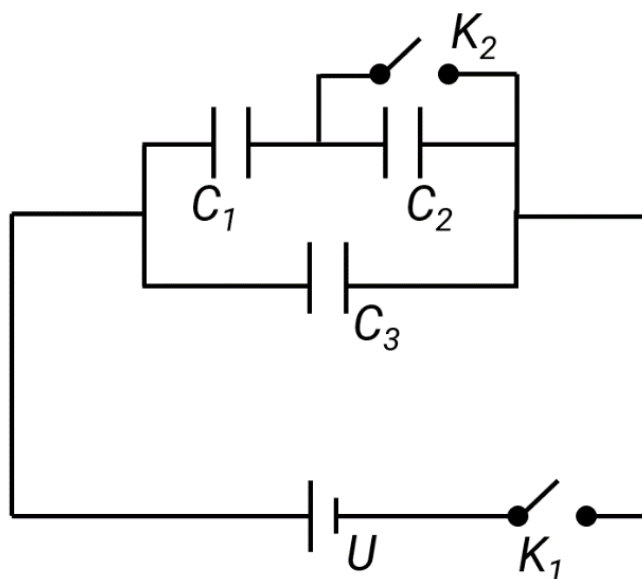
*Решение по аналогии с заданием 3.1*

### Задание № 3.3

---

#### Общее условие:

В схеме на рисунке напряжение источника  $U = 20$  В, ёмкости конденсаторов  $C_1 = 12$  мкФ,  $C_2 = 6$  мкФ,  $C_3 = 5$  мкФ.



Сначала ключи разомкнуты, конденсаторы не заряжены. Ключ  $K_1$  замыкают.

#### Условие:

Определите заряд, прошедший через ключ  $K_1$  за время от момента его замыкания до момента установления напряжений на конденсаторах. Ответ выразите в микрокулонах, округлите до целых.

**Ответ:** 180

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Определите энергию системы конденсаторов после установления напряжений на конденсаторах. Ответ выразите в микроджоулях, округлите до целых.

**Ответ:** 1800

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Ключ  $K_1$  остаётся замкнутым. Теперь замыкают ключ  $K_2$ . Что произойдёт с напряжением на каждом из конденсаторов?

**Ответ:**

Напряжение на конденсаторе $C_1$	Увеличится
Напряжение на конденсаторе $C_2$	Уменьшится
Напряжение на конденсаторе $C_3$	Не изменится

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Какой заряд пройдёт через ключ  $K_1$  после замыкания ключа  $K_2$ ?  
Ответ выразите в микрокулонах, округлите до целых.

**Ответ:** 160

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Какой заряд пройдёт через ключ  $K_2$  после его замыкания? Ответ выразите в микрокулонах, округлите до целых.

**Ответ:** 240

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Максимальный балл за задание — 10**

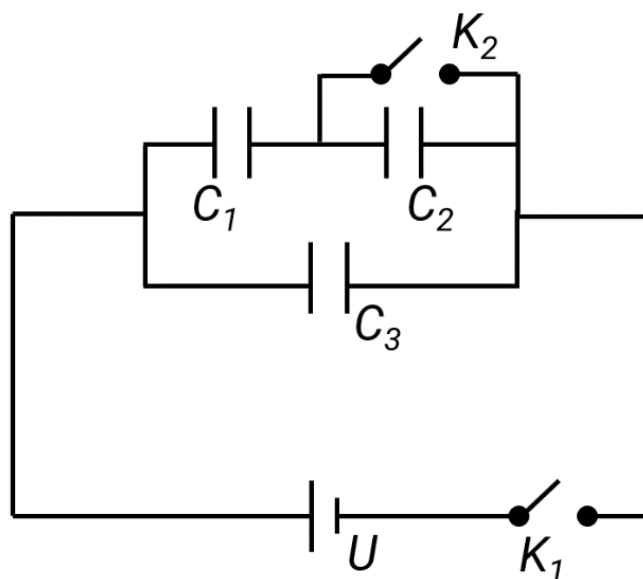
*Решение по аналогии с заданием 3.1*

### Задание № 3.4

---

#### Общее условие:

В схеме на рисунке напряжение источника  $U = 8$  В, ёмкости конденсаторов  $C_1 = C_2 = 20$  мкФ,  $C_3 = 10$  мкФ.



Сначала ключи разомкнуты, конденсаторы не заряжены. Ключ  $K_1$  замыкают.

#### Условие:

Определите заряд, прошедший через ключ  $K_1$  за время от момента его замыкания до момента установления напряжений на конденсаторах. Ответ выразите в микрокулонах, округлите до целых.

**Ответ:** 160

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Определите энергию системы конденсаторов после установления напряжений на конденсаторах. Ответ выразите в микроджоулях, округлите до целых.

**Ответ:** 640

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Ключ  $K_1$  остаётся замкнутым. Теперь замыкают ключ  $K_2$ . Что произойдёт с напряжением на каждом из конденсаторов?

**Ответ:**

Напряжение на конденсаторе $C_1$	Увеличится
Напряжение на конденсаторе $C_2$	Уменьшится
Напряжение на конденсаторе $C_3$	Не изменится

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Какой заряд пройдёт через ключ  $K_1$  после замыкания ключа  $K_2$ ?  
Ответ выразите в микрокулонах, округлите до целых.

**Ответ:** 80

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Какой заряд пройдёт через ключ  $K_2$  после его замыкания? Ответ выразите в микрокулонах, округлите до целых.

**Ответ:** 160

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Максимальный балл за задание — 10**

*Решение по аналогии с заданием 3.1*