

## Разбор заданий школьного этапа ВсОШ по физике для 10 класса

2022/23 учебный год

Максимальное количество баллов — 30

### Задание № 1.1

---

#### Общее условие:

Поездной состав из пяти вагонов скатывается с горки с наклоном  $1/100^*$ . Первый вагон проезжает мимо неподвижного наблюдателя за время  $t = 25$  с. Вагоны имеют одинаковую длину (20 м) и массу (20 тонн). Сопротивлением движению из-за силы трения пренебречь. Ускорение свободного падения примите равным  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Для малых углов наклона тангенс с хорошей точностью равен синусу.

#### Условие:

Третий вагон проезжает мимо того же наблюдателя за время...

#### Варианты ответов:

- ...большее  $t$
- ...равное  $t$
- ...меньшее  $t$
- Однозначный ответ дать нельзя

#### Правильный ответ:

- ...меньшее  $t$

Точное совпадение ответа — 2 балла

#### Условие:

В сцепке между какими вагонами будет действовать максимальная сила?

#### Варианты ответов:

- Между первым и вторым
- Между вторым и третьим
- Между третьим и четвёртым
- Между четвёртым и пятым

---

\* Т.е. тангенс угла наклона равен  $1/100$ .

- Все силы одинаковы
- Нет правильного ответа

**Правильный ответ:**

- Все силы одинаковы

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

С каким ускорением движется состав? Ответ выразите в  $\text{м/с}^2$ , округлите до сотых.

**Ответ: 0.1**

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Условие:**

После включения тормозной системы состав начинает двигаться с постоянной скоростью 1 м/с. Какое количество теплоты в единицу времени выделяется в тормозной системе? Ответ выразите в киловаттах (кДж/с), округлите до десятых.

**Ответ: 10**

*Решение.*

- 1) При отсутствии силы сопротивления движению под горку состав едет ускоренно, поэтому его скорость возрастает. Т.к. длина вагонов  $L$  одинакова, то  $t_3 < t_1$ .
- 2) Условием движения вагонов вместе является равенство их скоростей в любой момент времени, т.е. должны быть равны и ускорения. В нашем случае сила тяжести и сила реакции опоры придают каждому вагону одинаковое ускорение  $g \cdot \sin(\alpha)$ . Следовательно, если вагоны первоначально двигались с одной скоростью, то равенство скоростей будет сохраняться без воздействия со стороны соседних вагонов. Т.е. все силы будут равны 0.
- 3) Ускорение при движении состава без трения равно  $a = g \cdot \sin(\alpha)$ . Так как угол мал, то с хорошей точностью  $\sin(\alpha) \approx \text{tg}(\alpha)$ , поэтому  $a = g \cdot \text{tg}(\alpha) = 0.10 \text{ м/с}^2$ .
- 4) Сила, необходимая для поддержания постоянной скорости равна  $F = m \cdot a = 5 \cdot 20000 \cdot 0.10 = 10 \text{ кН}$ , следовательно, каждую секунду сила трения совершает работу  $A_t = F \cdot v \cdot 1\text{с} = 10 \text{ кВт}$

## Задание № 1.2

---

### Общее условие:

Поездной состав из пяти вагонов скатывается с горки с наклоном  $1/50^*$ . Второй вагон проезжает мимо неподвижного наблюдателя за время  $t = 20$  с. Вагоны имеют одинаковую длину (15 м) и массу (20 тонн). Сопротивлением движению из-за силы трения пренебречь. Ускорение свободного падения примите равным  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Для малых углов наклона тангенс с хорошей точностью равен синусу.

### Условие:

Третий вагон проезжает мимо того же наблюдателя за время...

### Варианты ответов:

- ...большее  $t$
- ...равное  $t$
- ...меньшее  $t$
- Однозначный ответ дать нельзя

### Правильный ответ:

- ...меньшее  $t$

Точное совпадение ответа — 2 балла

### Условие:

В сцепке между какими вагонами будет действовать максимальная сила?

### Варианты ответов:

- Между первым и вторым
- Между вторым и третьим
- Между третьим и четвёртым
- Между четвёртым и пятым
- Все силы одинаковы
- Нет правильного ответа

---

\* Т.е. тангенс угла наклона равен  $1/50$ .

**Правильный ответ:**

- Все силы одинаковы

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

С каким ускорением движется состав? Ответ выразите в  $\text{м/с}^2$ , округлите до сотых.

**Ответ: 0.20**

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Условие:**

После включения тормозной системы состав начинает двигаться с постоянной скоростью 1 м/с. Какое количество теплоты в единицу времени выделяется в тормозной системе? Ответ выразите в киловаттах (кДж/с), округлите до десятых.

**Ответ: 16.0**

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

*Решение по аналогии с заданием №1.1*

### Задание № 1.3

---

#### Общее условие:

Поездной состав из пяти вагонов скатывается с горки с наклоном  $1/50^*$ . Четвертый вагон проезжает мимо неподвижного наблюдателя за время  $t = 15$  с. Вагоны имеют одинаковую длину (10 м) и массу (15 тонн). Соппротивлением движению из-за силы трения пренебречь. Ускорение свободного падения примите равным  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Для малых углов наклона тангенс с хорошей точностью равен синусу.

#### Условие:

Третий вагон проезжает мимо того же наблюдателя за время...

#### Варианты ответов:

- ...большее  $t$
- ...равное  $t$
- ...меньшее  $t$
- Однозначный ответ дать нельзя

#### Правильный ответ:

- ...большее  $t$

Точное совпадение ответа — 2 балла

#### Условие:

В сцепке между какими вагонами будет действовать максимальная сила?

#### Варианты ответов:

- Между первым и вторым
- Между вторым и третьим
- Между третьим и четвёртым
- Между четвёртым и пятым
- Все силы одинаковы
- Нет правильного ответа

#### Правильный ответ:

---

\* Т.е. тангенс угла наклона равен  $1/50$ .

- Все силы одинаковы

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

С каким ускорением движется состав? Ответ выразите в  $\text{м/с}^2$ , округлите до сотых.

**Ответ:** 0.20

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Условие:**

После включения тормозной системы состав начинает двигаться с постоянной скоростью 1 м/с. Какое количество теплоты в единицу времени выделяется в тормозной системе? Ответ выразите в киловаттах (кДж/с), округлите до десятых.

**Ответ:** 15

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

*Решение по аналогии с заданием №1.1*

## Задание № 1.4

---

### Общее условие:

Поездной состав из пяти вагонов скатывается с горки с наклоном  $1/200^*$ . Пятый вагон проезжает мимо неподвижного наблюдателя за время  $t = 20$  с. Вагоны имеют одинаковую длину (15 м) и массу (30 тонн). Сопротивлением движению из-за силы трения пренебречь. Ускорение свободного падения примите равным  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Для малых углов наклона тангенс с хорошей точностью равен синусу.

### Условие:

Третий вагон проезжает мимо того же наблюдателя за время...

### Варианты ответов:

- ...большее  $t$
- ...равное  $t$
- ...меньшее  $t$
- Однозначный ответ дать нельзя

### Правильный ответ:

- ...большее  $t$

Точное совпадение ответа — 2 балла

### Условие:

В сцепке между какими вагонами будет действовать максимальная сила?

### Варианты ответов:

- Между первым и вторым
- Между вторым и третьим
- Между третьим и четвёртым
- Между четвёртым и пятым
- Все силы одинаковы
- Нет правильного ответа

---

\* Т.е. тангенс угла наклона равен  $1/200$ .

**Правильный ответ:**

- Все силы одинаковы

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

С каким ускорением движется состав? Ответ выразите в  $\text{м/с}^2$ , округлите до сотых.

**Ответ: 0.05**

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Условие:**

После включения тормозной системы состав начинает двигаться с постоянной скоростью 1 м/с. Какое количество теплоты в единицу времени выделяется в тормозной системе? Ответ выразите в киловаттах (кДж/с), округлите до десятых.

**Ответ: 7.5**

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

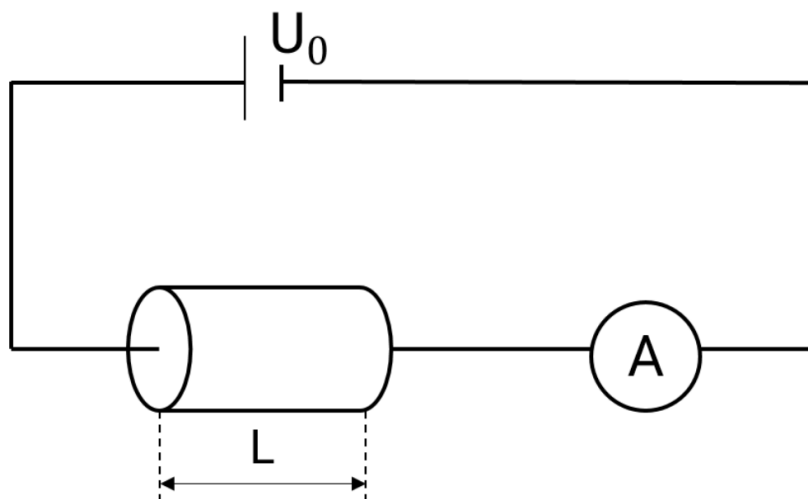
*Решение по аналогии с заданием №1.1*



## Задание № 2.1

### Общее условие:

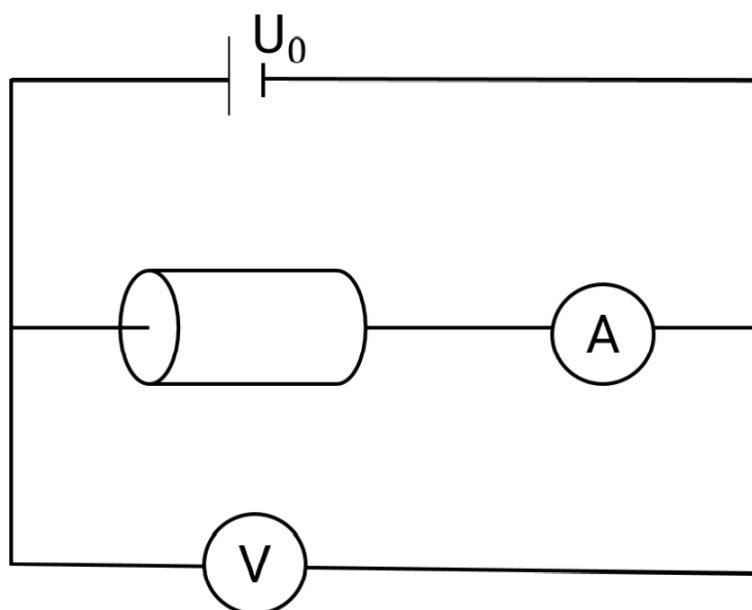
К источнику постоянного напряжения  $U_0 = 20$  В подключили последовательно металлический цилиндр длиной  $L$  и идеальный амперметр.



Показания амперметра в этой схеме:  $I_A = 10$  мА. Соединительные провода идеальные (их сопротивление равно нулю).

### Условие:

Что покажет идеальный вольтметр, если его подключить параллельно цилиндру и амперметру?



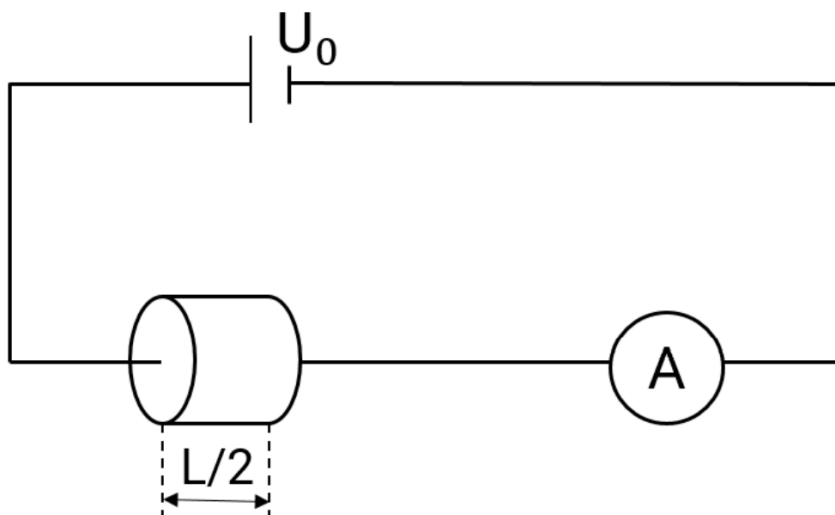
Ответ выразите в вольтах, округлите до целых.

**Ответ:** 20

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Что покажет амперметр, если от цилиндра отрезать половину по длине?



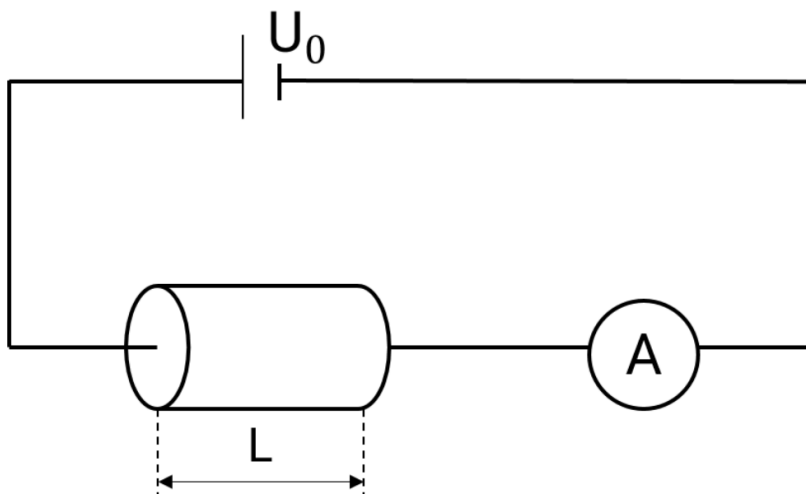
Ответ выразите в миллиамперах, округлите до целых.

**Ответ:** 20

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Возвращаемся к исходной схеме с цилиндром длиной  $L$ .



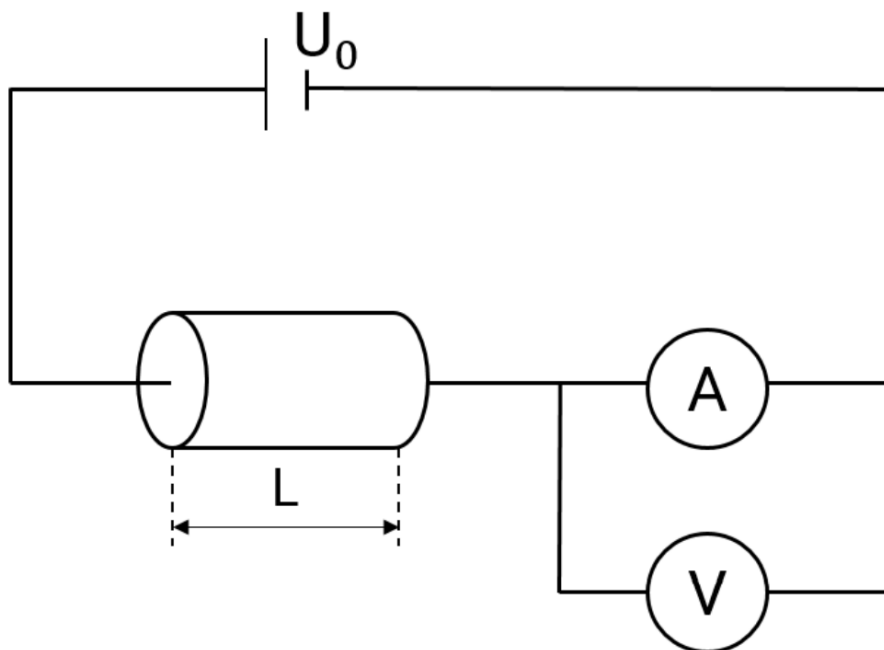
Определите мощность, выделяющуюся в цилиндре при этом. Ответ выразите в ваттах, округлите до десятых.

**Ответ:** 0.2

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Условие:**

В исходной схеме параллельно амперметру подключили идеальный вольтметр.



Определите показания вольтметра в этом случае. Ответ выразите в вольтах, округлите до целых.

**Ответ:** 0

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

*Решение.*

- 1) По законам параллельного соединения, напряжение на вольтметре равно напряжению на участке резистор — амперметр и равно напряжению, выдаваемому источником. Получаем, что  $U_V = U_0 = 20$  В.
- 2) Сопротивление прямого проводника определяется выражением  $R = \rho \cdot l / S$ . Получаем, что при уменьшении длины проводника в 2 раза его сопротивление также уменьшится в два раза. При этом учтём, что идеальный амперметр обладает нулевым собственным

сопротивлением. По закону Ома  $I=U/R$  получаем, что при уменьшении сопротивления в 2 раза сила тока должна вырасти в 2 раза, т. е.  $I=2I_A=20$  мА.

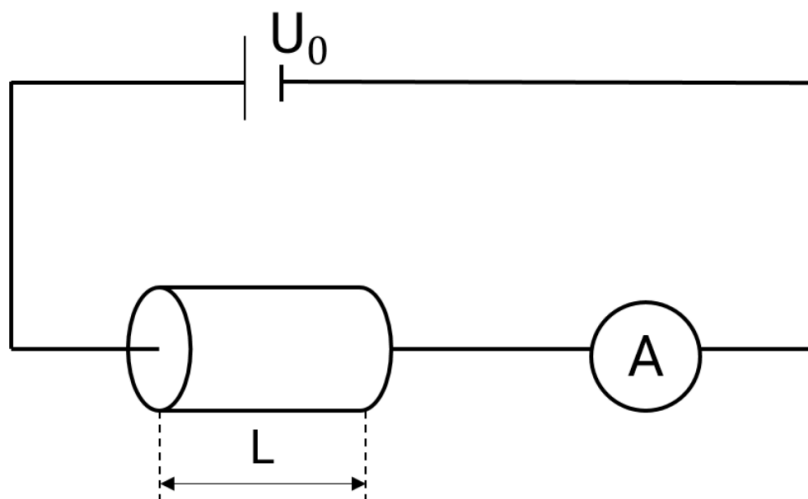
3) Мощность, выделяемая в резисторе, определяется выражением  $P=I \cdot U=0.01 \cdot 20=0.2$  Вт.

4) Так как амперметр идеальный, то, его сопротивление равно нулю. Вольтметр показывает значение напряжения на амперметре. По закону Ома  $U_A=I \cdot R_A=0.01 \cdot 0=0$  В.

## Задание № 2.2

### Общее условие:

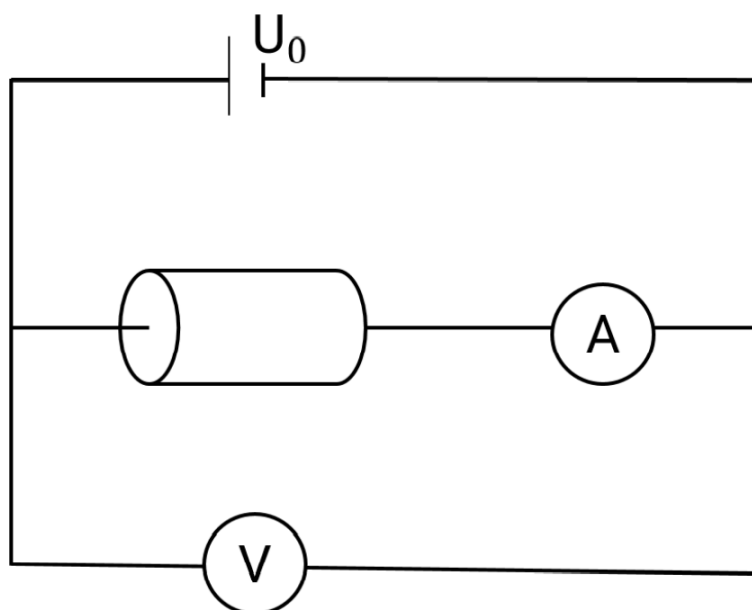
К источнику постоянного напряжения  $U_0 = 36$  В подключили последовательно металлический цилиндр длиной  $L$  и идеальный амперметр.



Показания амперметра в этой схеме:  $I_A = 5$  мА. Соединительные провода идеальные (их сопротивление равно нулю).

### Условие:

Что покажет идеальный вольтметр, если его подключить параллельно цилиндру и амперметру?



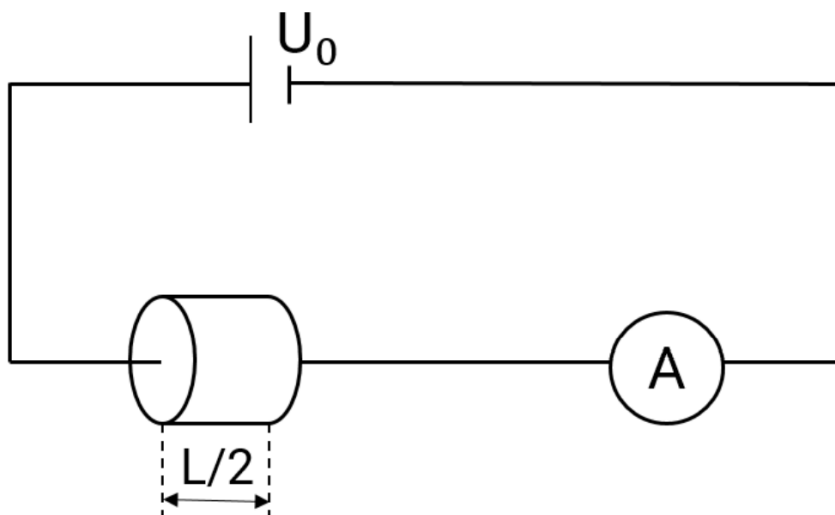
Ответ выразите в вольтах, округлите до целых.

**Ответ:** 36

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Что покажет амперметр, если от цилиндра отрезать половину по длине?



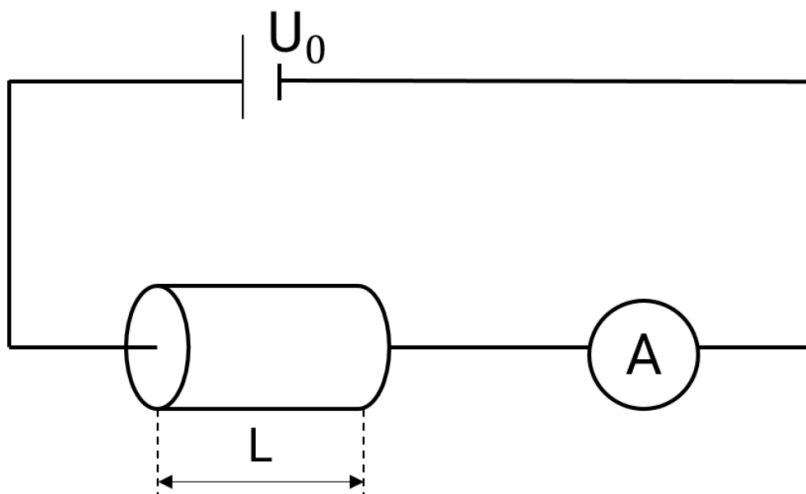
Ответ выразите в миллиамперах, округлите до целых.

**Ответ:** 10

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Возвращаемся к исходной схеме с цилиндром длиной  $L$ .



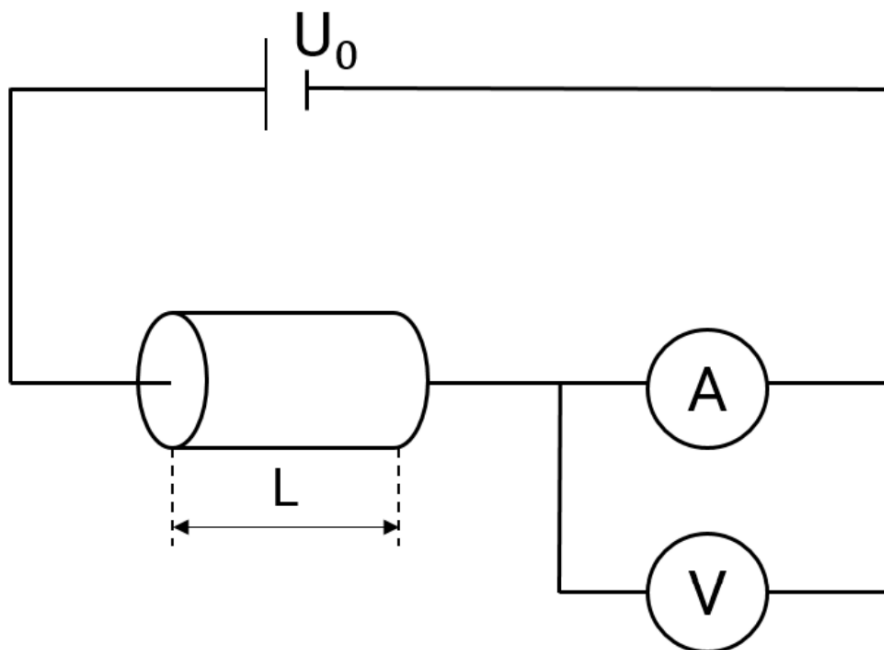
Определите мощность, выделяющуюся в цилиндре при этом. Ответ выразите в ваттах, округлите до сотых.

**Ответ:** 0.18

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Условие:**

В исходной схеме параллельно амперметру подключили идеальный вольтметр.



Определите показания вольтметра в этом случае. Ответ выразите в вольтах, округлите до целых.

**Ответ:** 0

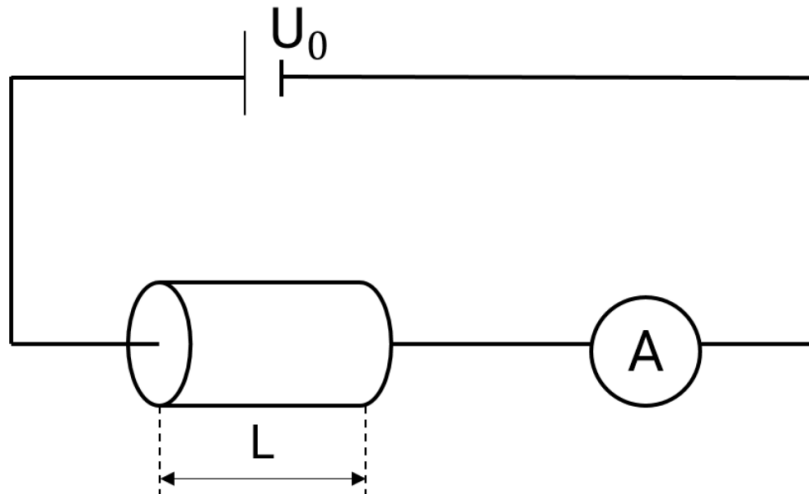
**Точное совпадение ответа — 3 балла**

*Решение по аналогии с заданием №2.1.*

### Задание № 2.3

**Общее условие:**

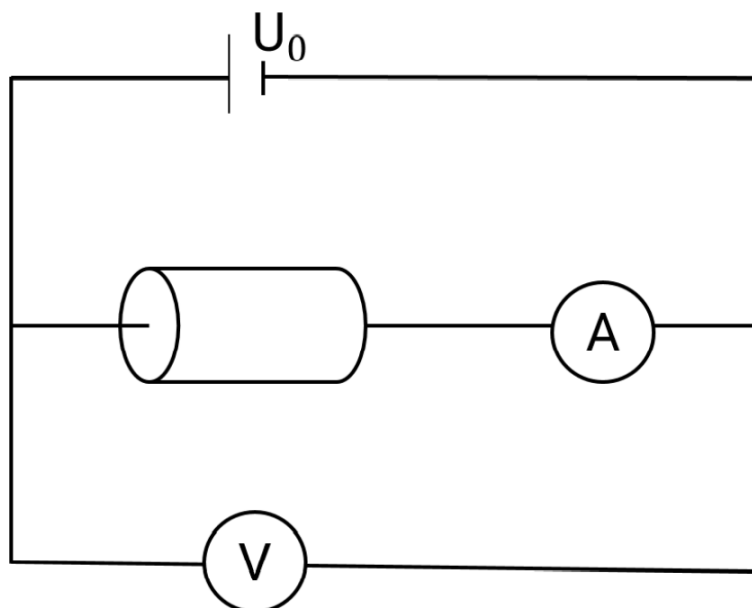
К источнику постоянного напряжения  $U_0 = 8$  В подключили последовательно металлический цилиндр длиной  $L$  и идеальный амперметр.



Показания амперметра в этой схеме:  $I_A = 30$  мА. Соединительные провода идеальные (их сопротивление равно нулю).

**Условие:**

Что покажет идеальный вольтметр, если его подключить параллельно цилиндру и амперметру?





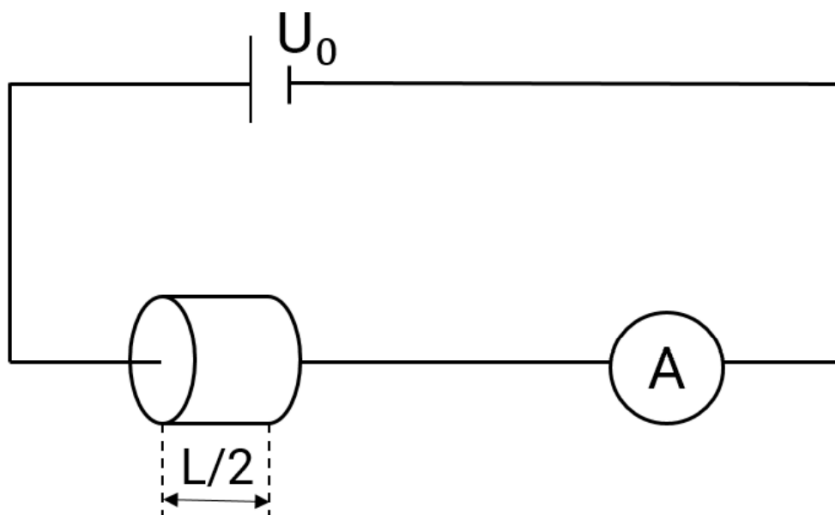
Ответ выразите в вольтах, округлите до целых.

**Ответ: 8**

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Что покажет амперметр, если от цилиндра отрезать половину по длине?



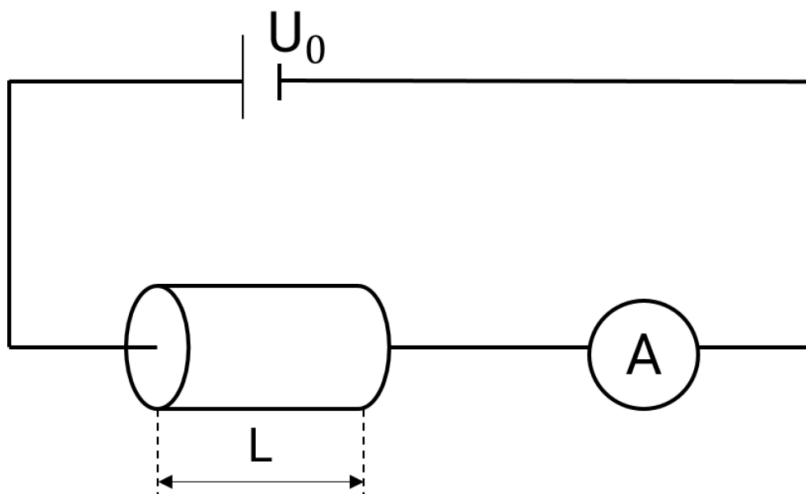
Ответ выразите в миллиамперах, округлите до целых.

**Ответ: 60**

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Возвращаемся к исходной схеме с цилиндром длиной  $L$ .



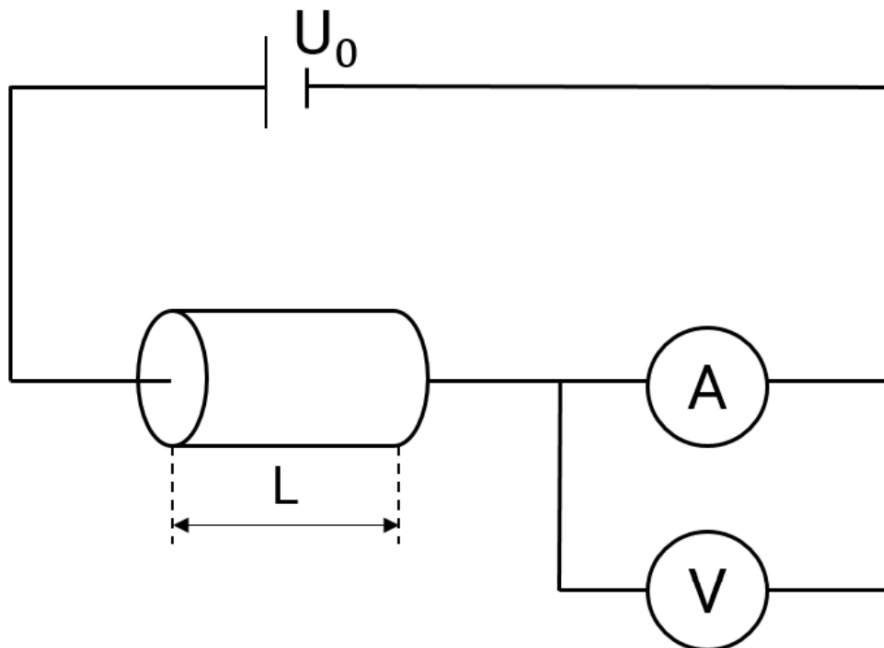
Определите мощность, выделяющуюся в цилиндре при этом. Ответ выразите в ваттах, округлите до сотых.

**Ответ:** 0.24

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Условие:**

В исходной схеме параллельно амперметру подключили идеальный вольтметр.



Определите показания вольтметра в этом случае. Ответ выразите в вольтах, округлите до целых.

**Ответ:** 0

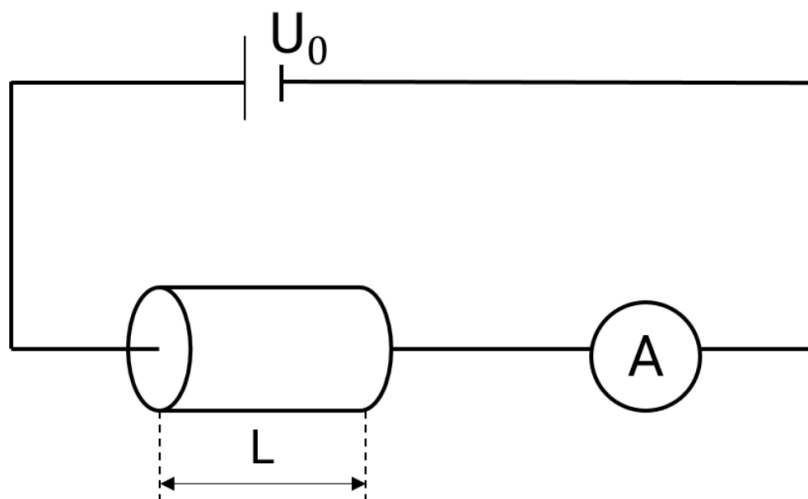
**Точное совпадение ответа — 3 балла**

*Решение по аналогии с заданием №2.1.*

### Задание № 2.4

**Общее условие:**

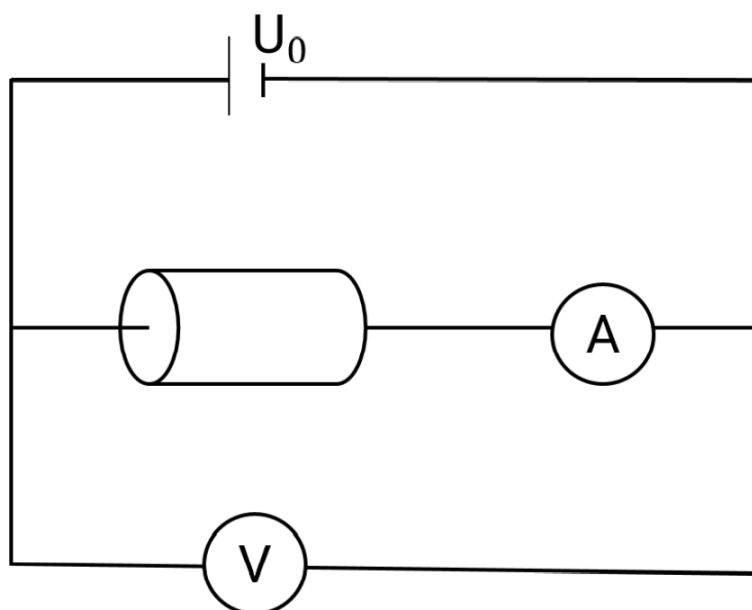
К источнику постоянного напряжения  $U_0 = 18$  В подключили последовательно металлический цилиндр длиной  $L$  и идеальный амперметр.



Показания амперметра в этой схеме:  $I_A = 25$  мА. Соединительные провода идеальные (их сопротивление равно нулю).

**Условие:**

Что покажет идеальный вольтметр, если его подключить параллельно цилиндру и амперметру?



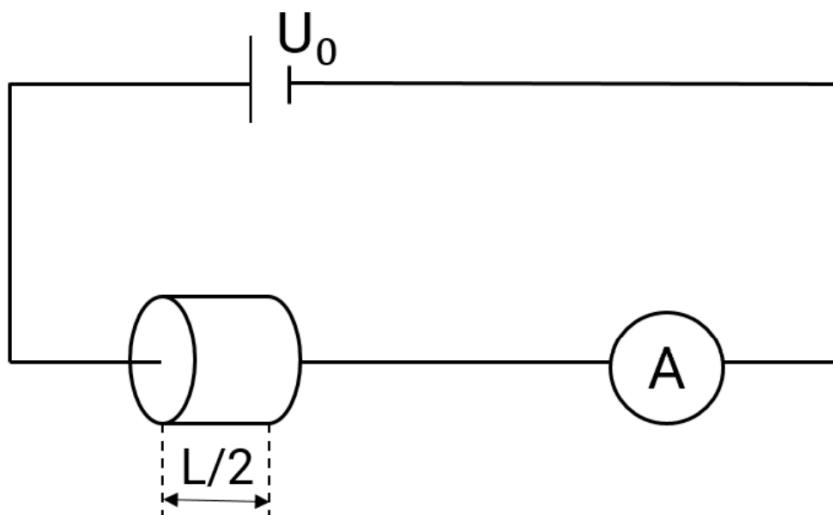
Ответ выразите в вольтах, округлите до целых.

**Ответ:** 18

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Что покажет амперметр, если от цилиндра отрезать половину по длине?



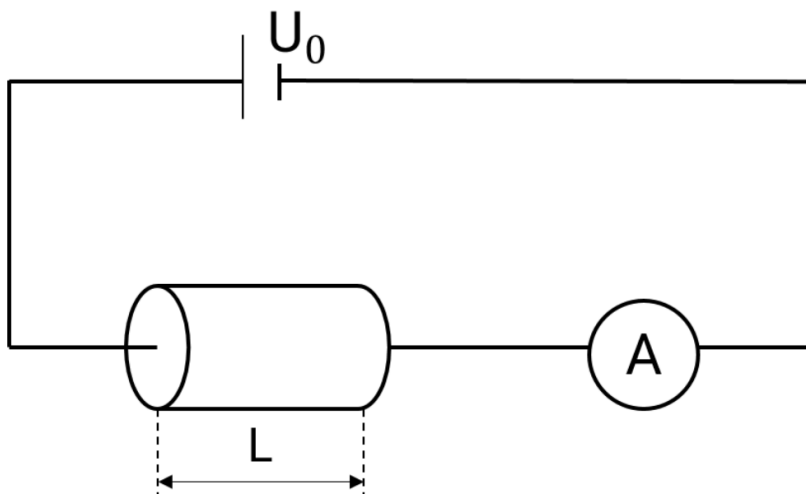
Ответ выразите в миллиамперах, округлите до целых.

**Ответ:** 50

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Возвращаемся к исходной схеме с цилиндром длиной  $L$ .



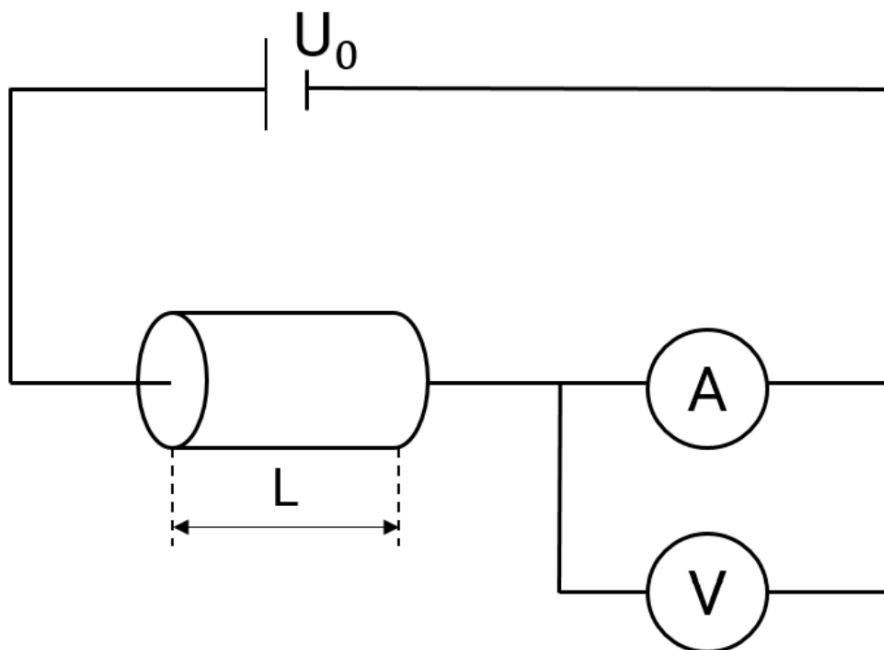
Определите мощность, выделяющуюся в цилиндре при этом. Ответ выразите в ваттах, округлите до сотых.

**Ответ:** 0.45

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Условие:**

В исходной схеме параллельно амперметру подключили идеальный вольтметр.



Определите показания вольтметра в этом случае. Ответ выразите в вольтах, округлите до целых.

**Ответ:** 0

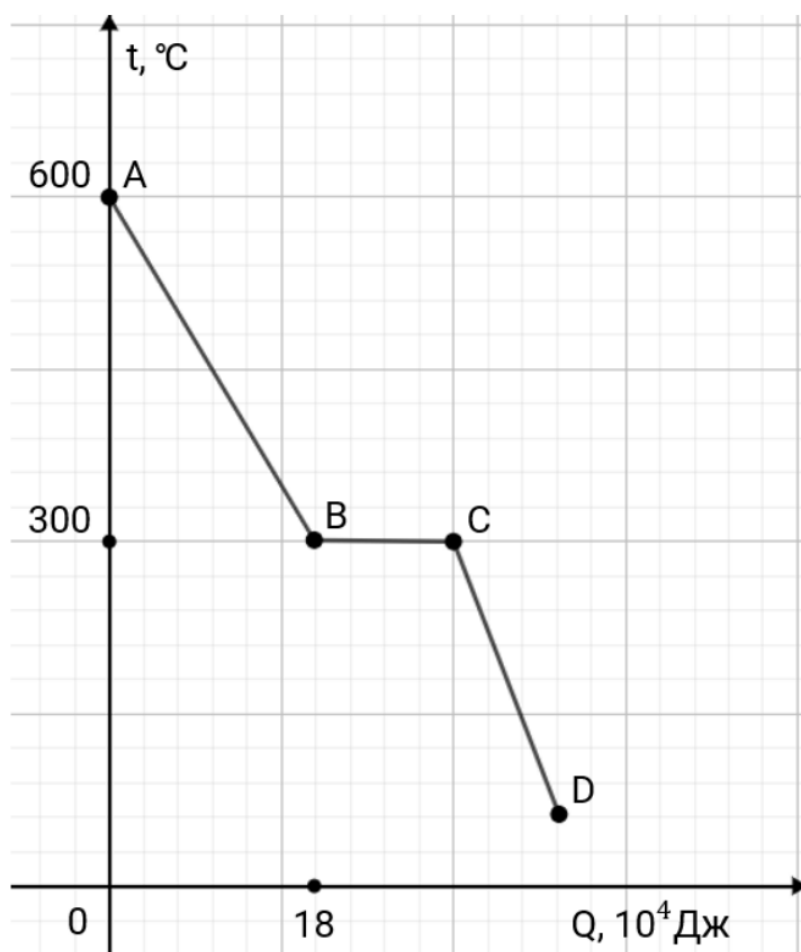
**Точное совпадение ответа — 3 балла**

*Решение по аналогии с заданием №2.1.*

### Задание № 3.1

#### Общее условие:

Жидкость налили в сосуд, сделанный из материала с хорошей теплопроводностью, и поместили в холодильную установку. После этого начали снимать зависимость температуры жидкости от количества тепла, отведённого от вещества. В результате был получен следующий график (обратите внимание, что точки *C* и *D* графика не попадают на пересечения линий сетки). Теплоёмкостью сосуда можно пренебречь.



Используя данный график, ответьте на вопросы.

#### Условие:

Какой участок графика соответствует жидкому агрегатному состоянию вещества?

#### Варианты ответов:

- A — B
- B — C

- $C — D$

**Правильный ответ:**

- $A — B$

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

На каком участке графика вещество находилось одновременно и в твёрдом, и жидком состоянии?

**Варианты ответов:**

- $A — B$
- $B — C$
- $C — D$

**Правильный ответ:**

- $B — C$

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Определите удельную теплоёмкость жидкости, если известно, что её масса равна 5 кг. Ответ выразите в Дж/кг\*°С, округлите до целых.

**Ответ: 120**

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Условие:**

Определите мощность холодильной установки, если известно, что на охлаждение и кристаллизацию всей жидкости понадобилось 305 секунд. Масса жидкости составляет 5 кг. Удельная теплота кристаллизации вещества равна 25 кДж/кг. Ответ выразите в ваттах, округлите до целых.

**Ответ: 1000**

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

*Решение.*

- 1) Так как изначально вещество находилось в жидком состоянии и его начали охлаждать, то горизонтальный участок графика будет соответствовать процессу кристаллизации. Тогда участок, который предшествует этому участку, соответствует жидкому агрегатному состоянию. Поэтому ответ: участок  $A — B$ .
- 2) Пока жидкость кристаллизуется, вещество одновременно находится и в жидком, и в твёрдом агрегатном состоянии. Поэтому ответ: участок  $B — C$ .
- 3) По графику можно определить, что начальная температура жидкости  $t_1 = 600$  °С, а конечная температура  $t_2 = 300$  °С. При этом от жидкости отвели  $Q = 18 \cdot 10^4$  Дж энергии. Запишем формулу для вычисления количества теплоты, выделяющейся при охлаждении:  $Q = cm(t_1 - t_2)$

Выразим удельную теплоёмкость жидкости:  $c = \frac{Q}{m(t_1 - t_2)} = \frac{18 \cdot 10^4}{5(600 - 300)} = 120 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{С}}$

- 4) Мощность вычисляется по формуле:  $N = \frac{Q}{\tau}$

Количество теплоты  $Q$  равно сумме количества теплоты, которое выделилось при остывании жидкости  $Q_1 = 18 \cdot 10^4$  Дж (берём из графика) и которое выделилось при кристаллизации  $Q_2 = \lambda m$ . Объединяем все формулы и получаем:

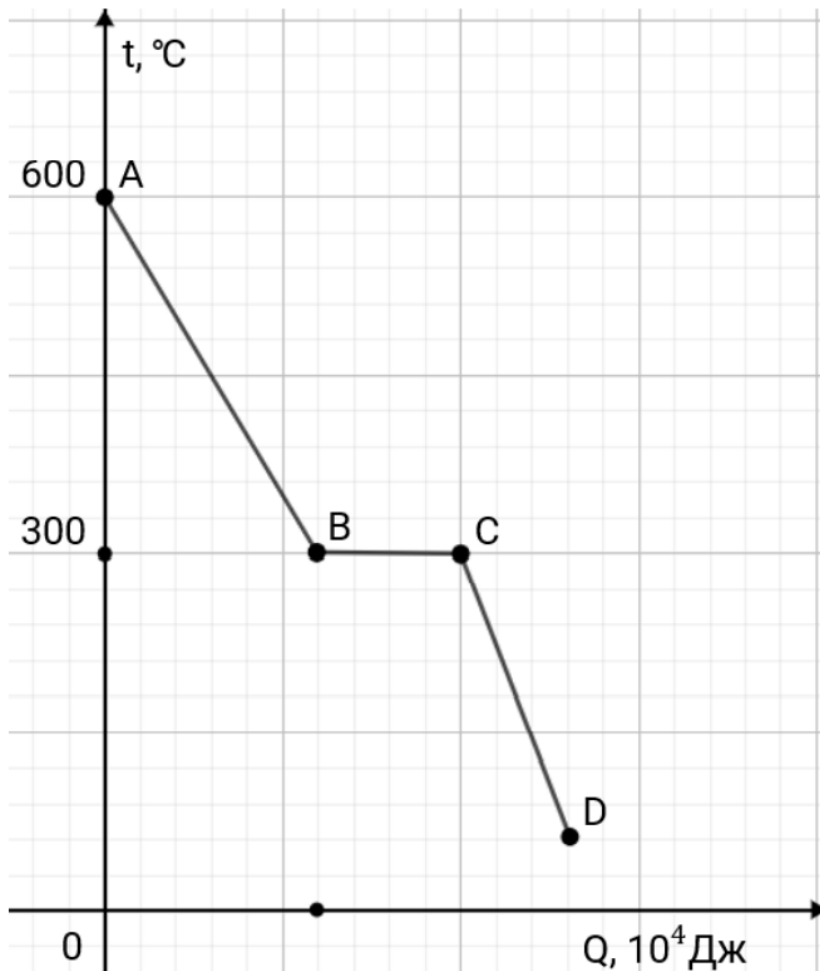
$$N = \frac{Q_1 + \lambda m}{\tau} = \frac{18 \cdot 10^4 + 25 \cdot 10^3 \cdot 5}{305} = 1000 \text{Вт}$$



### Задание № 3.2

#### Общее условие:

Жидкость налили в сосуд, сделанный из материала с хорошей теплопроводностью, и поместили в холодильную установку. После этого начали снимать зависимость температуры жидкости от количества тепла, отведённого от вещества. В результате был получен следующий график (обратите внимание, что точки *C* и *D* графика не попадают на пересечения линий сетки). Теплоёмкостью сосуда можно пренебречь.



Используя данный график, ответьте на вопросы.

#### Условие:

Какой участок графика соответствует твёрдому агрегатному состоянию вещества?

#### Варианты ответов:

- A — B

- $B - C$
- $C - D$

**Правильный ответ:**

- $C - D$

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Определите температуру кристаллизации данного вещества. Ответ выразите в градусах Цельсия, округлите до целых.

**Ответ: 300**

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Определите удельную теплоёмкость жидкости, если известно, что её масса равна 5 кг. Ответ выразите в  $120 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$ , округлите до целых.

Определите, какое количество теплоты выделилось при охлаждении жидкости от начальной температуры до начала кристаллизации, если известно, что её масса равна 5 кг, а удельная теплоёмкость  $120 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$ . Ответ выразите в килоджоулях, округлите до целых.

**Ответ: 180**

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Условие:**

Определите мощность холодильной установки, если известно, что на охлаждение и кристаллизацию всей жидкости понадобилось 610 секунд. Масса жидкости составляет 5 кг, удельная теплоёмкость  $120 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$ . Удельная теплота кристаллизации вещества равна  $25 \text{ кДж}/\text{кг}$ . Ответ выразите в ваттах, округлите до целых.

**Ответ: 500**

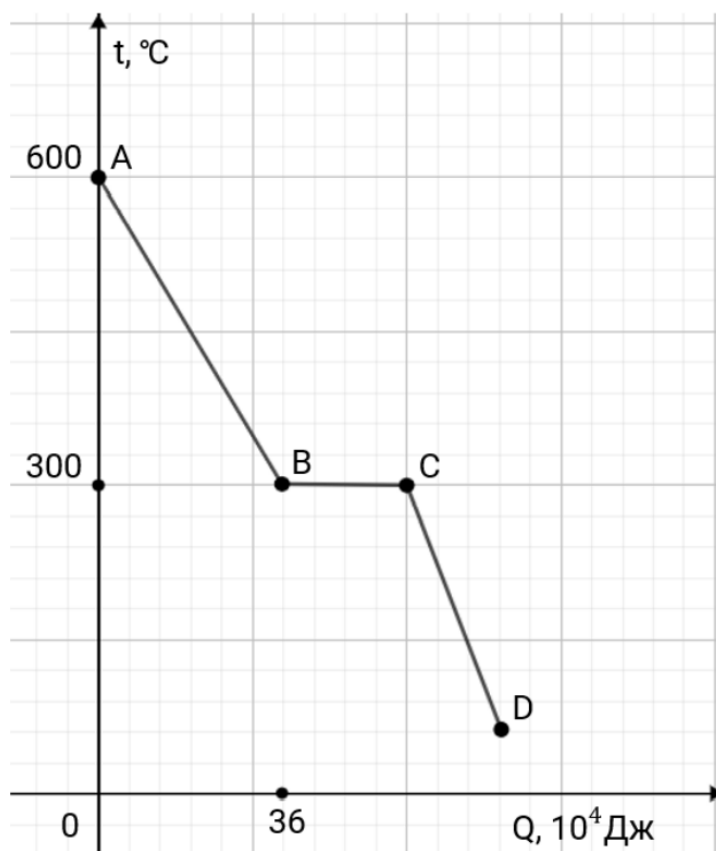
**Точное совпадение ответа — 3 балла**

*Решение по аналогии с заданием №3.1*

### Задание № 3.3

#### Общее условие:

Жидкость налили в сосуд, сделанный из материала с хорошей теплопроводностью, и поместили в холодильную установку. После этого начали снимать зависимость температуры жидкости от количества тепла, отведённого от вещества. В результате был получен следующий график (обратите внимание, что точки *C* и *D* графика не попадают на пересечения линий сетки). Теплоёмкостью сосуда можно пренебречь.



Используя данный график, ответьте на вопросы.

#### Условие:

В каком агрегатном состоянии находится вещество при температуре  $250 ^\circ\text{C}$ ?

#### Варианты ответов:

- В жидком
- В твёрдом
- В газообразном

**Правильный ответ:**

- В твёрдом

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Определите, какое количество теплоты выделится при охлаждении жидкости от  $600^{\circ}\text{C}$  до  $450^{\circ}\text{C}$ . Ответ выразите в килоджоулях, округлите до целых.

**Ответ: 180**

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Определите удельную теплоёмкость жидкости, если известно, что её масса равна 10 кг. Ответ выразите в Дж/кг\* $^{\circ}\text{C}$ , округлите до целых.

**Ответ: 120**

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Условие:**

Определите мощность холодильной установки, если известно, что на охлаждение и кристаллизацию всей жидкости понадобилось 305 секунд. Масса жидкости составляет 10 кг. Удельная теплота кристаллизации вещества равна 25 кДж/кг. Ответ выразите в ваттах, округлите до целых.

**Ответ: 2000**

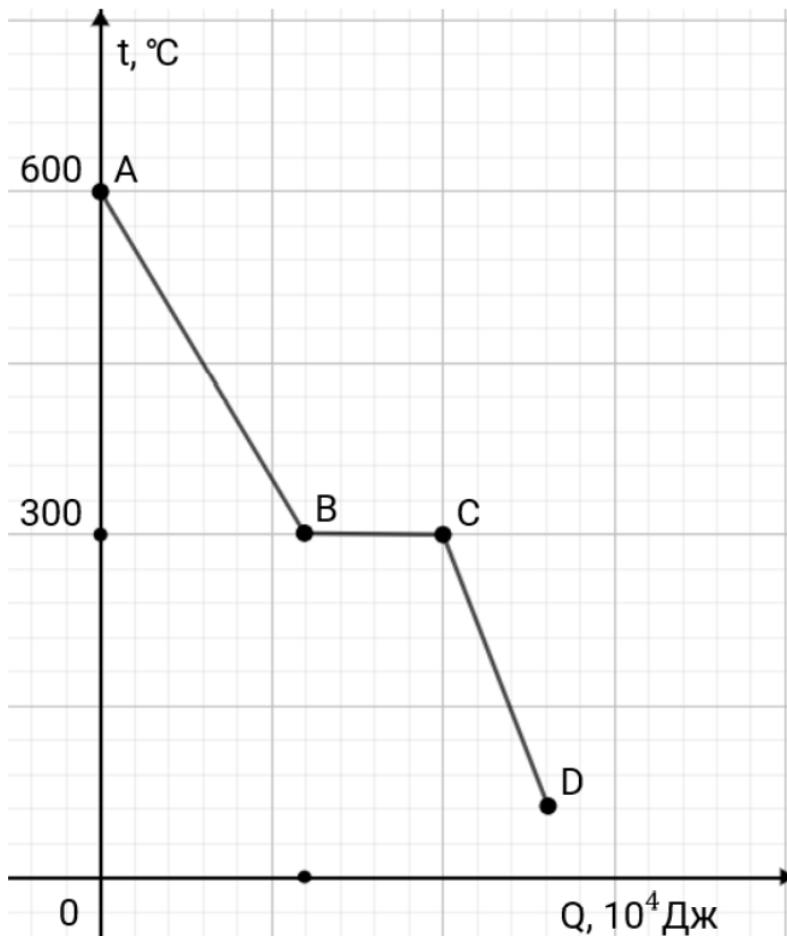
**Точное совпадение ответа — 3 балла**

*Решение по аналогии с заданием №3.1*

### Задание № 3.4

#### Общее условие:

Жидкость налили в сосуд, сделанный из материала с хорошей теплопроводностью, и поместили в холодильную установку. После этого начали снимать зависимость температуры жидкости от количества тепла, отведённого от вещества. В результате был получен следующий график (обратите внимание, что точки *C* и *D* графика не попадают на пересечения линий сетки). Теплоёмкостью сосуда можно пренебречь.



Используя данный график, ответьте на вопросы.

#### Условие:

В каком агрегатном состоянии находится вещество при температуре  $350^\circ\text{C}$ ?

#### Варианты ответов:

- В жидком
- В твёрдом

- В газообразном

**Правильный ответ:**

- В жидком

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Определите, при какой температуре вещество находилось одновременно и в твёрдом, и жидком состоянии. Ответ выразите в градусах Цельсия, округлите до целых.

**Ответ: 300**

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Определите, какое количество теплоты выделилось при охлаждении жидкости от начальной температуры до начала кристаллизации, если известно, что её масса равна 10 кг, а удельная теплоёмкость 120 Дж/кг\*°С. Ответ выразите в килоджоулях, округлите до целых.

**Ответ: 360**

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Условие:**

Определите мощность холодильной установки, если известно, что на охлаждение и кристаллизацию всей жидкости понадобилось 610 секунд. Масса жидкости составляет 10 кг, удельная теплоёмкость 120 Дж/кг\*°С. Удельная теплота кристаллизации вещества равна 25 кДж/кг. Ответ выразите в ваттах, округлите до целых.

**Ответ: 1000**

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

*Решение по аналогии с заданием №3.1*