

# Физика. Школьный этап 2020.

9 класс

Автор комплекта: Кутелев К.А.

## Тёплый график

### Вариант 1

- а. В калориметре находился лёд массой  $m = 720$  г с начальной температурой  $t_0 = 0^\circ\text{C}$ . Ко льду начинают подводить тепло. Зависимость мощности нагрева от времени показана на рисунке.



Удельная теплота плавления льда  $\lambda = 3,3 \cdot 10^5$  Дж/кг.

Удельная теплоёмкость воды  $C = 4,2 \cdot 10^3$  Дж/(кг  $\cdot$   $^\circ\text{C}$ ).

- б. Определите:

- 1) Максимальную подведённую мощность (в киловаттах, округлите до целого)(2 балла);
- 2) количество теплоты подведённое за первые 2 минуты (в килоджоулях, округлите до целого)(2 балла);
- 3) момент времени когда весь лёд растает (в минутах, округлите до целого)(2 балла);
- 4) количество теплоты подведённое к моменту выключения нагревателя (в килоджоулях, округлите до целого)(2 балла);
- 5) температуру системы в момент времени  $\tau = 7$  мин (в градусах Цельсия, округлите до десятых)(2 балла).

- с. Ответы:

- 1) 1
- 2) 120
- 3) 4
- 4) 420
- 5) [49,0...50,0]

- д. Решение:

- 1) Максимум мощности на графике 1 кВт.
- 2) Для постоянной мощности  $Q_1 = N \Delta\tau_1 = 120$  кДж
- 3) К моменту, когда весь лёд растает,  $N\Delta\tau_2 = \lambda m \rightarrow \Delta\tau_2 = \lambda m / N = 237,6 \text{ с} \approx 4$  мин.

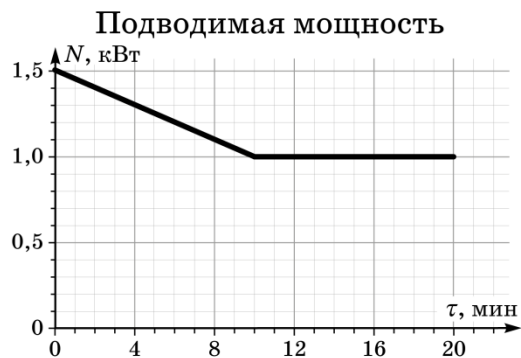
Мы видим, что к этому моменту мощность остаётся постоянной.

4) Теплоту  $Q_2$  найдём как площадь под графиком от  $\tau = 0$  мин до  $\tau = 9$  мин.  $Q_2 = 420$  кДж.

5) Температура начнёт возрастать после того, как весь лёд растает (4 мин).  $Q_3 = Cm\Delta t \rightarrow \Delta t = Q_3 / (Cm)$ . Теплоту  $Q_3$  (пошедшую на нагрев воды) найдём как площадь под графиком от  $\tau = 4$  мин до  $\tau = 7$  мин.  $Q_3 = 150$  кДж.  $\Delta t \approx 49,6$   $^\circ\text{C}$ .

### Вариант 2

- е. В калориметре находился лёд массой  $m = 720$  г. Ко льду начинают подводить тепло. Зависимость мощности нагрева от времени показана на рисунке. Лёд начинает плавиться в момент  $\tau = 10$  мин.



Удельная теплота плавления льда  $\lambda = 3,3 \cdot 10^5$  Дж/кг.

Удельная теплоёмкость воды  $C = 4,2 \cdot 10^3$  Дж/(кг  $\cdot$   $^{\circ}$ С).

ф. Определите:

- 1) Максимальную подведённую мощность (в киловаттах, округлите до целого) (2 балла);
- 2) количество теплоты подведённое за первые 4 минуты (в килоджоулях, округлите до целого) (2 балла);
- 3) момент времени когда весь лёд растает (в минутах, округлите до целого) (2 балла);
- 4) количество теплоты подведённое за 20 минут (в килоджоулях, округлите до целого) (2 балла);
- 5) температуру системы в момент времени  $\tau = 16$  мин (в градусах Цельсия, округлите до десятых) (2 балла)

г. Ответы:

- 1) 1,5 и 2 принимаются
- 2) 336
- 3) 14
- 4) 1350
- 5) [39,0...40,0]

h. Решение:

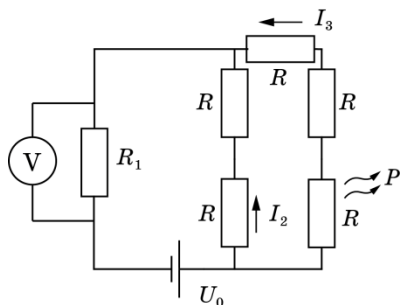
1. Максимум мощности определяется из графика: 1,5 кВт.
2. Чтобы найти энергию, подведённую за первые 4 секунды, можно посчитать площадь под графиком мощности:  $Q_1 = (N(0 \text{ с}) + N(4 \text{ с}))/2 \Delta \tau_1 = 336$  кДж.
3. К моменту, когда весь лёд растает:  $N \Delta \tau_2 = \lambda m$ ;  $\Delta \tau_2 = \lambda m / N = 237,6 \text{ с} \approx 4$  мин, значит расплавление произошло в момент  $\tau = 10 + 4 = 14$  мин.
4. Теплоту  $Q_2$  найдём как площадь под графиком от  $\tau = 0$  мин до  $\tau = 20$  мин.  $Q_2 = 1350$  кДж.
5. Температура начнёт возрастать с момента полного расплавления (14 мин).  $Q_3 = Cm \Delta t$ ;  $\Delta t = Q_3 / (Cm)$ . Теплоту  $Q_3$  найдём как площадь под графиком от  $\tau = 14$  мин до  $\tau = 16$  мин.  $Q_3 = 120$  кДж.  $\Delta t \approx 39,7$   $^{\circ}$ С.



## Схематичное расследование

### Вариант 1

- а. Электрическая цепь состоит из идеальной батарейки с  $U_0 = 5,0$  В, идеального вольтметра, нескольких резисторов  $R = 5,0$  Ом и резистора с неизвестным сопротивлением  $R_1$ . На одном из резисторов (см. рис.) выделяется тепловая мощность  $P = 0,2$  Вт.



- б. Определите:

- 1) Силу тока  $I_3$  (в амперах, округлите до десятых)(2 балла);
- 2) силу тока  $I_2$  (в амперах, округлите до десятых)(2 балла);
- 3) показания вольтметра  $U_V$ (в вольтах, округлите до целого)(2 балла);
- 4) сопротивление резистора  $R_1$  (в омах, округлите до целого)(2 балла);
- 5) тепловую мощность выделяющуюся во всей системе  $P_0$  (в ваттах, округлите до десятых)(2 балла).

- с. Ответы:

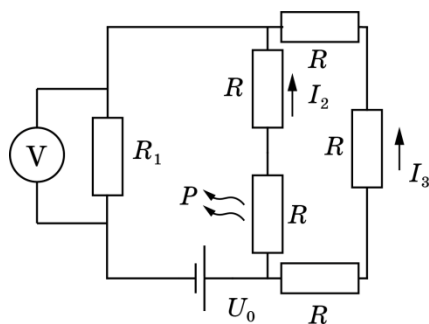
- 1) 0,2
- 2) 0,3
- 3) 2
- 4) 4
- 5) 2,5

- д. Решение:

- 1)  $I_3$  - это и сила тока в резисторе с  $P$ , значит (закон Джоуля-Ленца)  $I_3 = \sqrt{\frac{P}{R}} = 0,2$  А.
- 2)  $I_2$  - это и сила тока в параллельной цепи с сопротивлением в 1,5 раза меньшим. Значит (закон Ома)  $I_2 = 0,3$  А.
- 3) Падение напряжения  $U$  на любой из параллельных веток 3 В (произведение силы тока в ветви на полное её сопротивление), напряжение батареи -  $U_0 = 5$  В, значит, показания вольтметра  $U_V = 2$  В.
- 4) Через  $R_1$  течёт суммарный ток силой  $I_0 = I_2 + I_3 = 0,5$  А. Падение напряжения на нём мы узнали в предыдущем пункте:  $U_V = 2$  В. Значит, сопротивление  $R_1 = 4$  Ом.
- 5) Полная тепловая мощность равна мощности источника. Сила тока в источнике -  $I_0 = 0,5$  А, напряжение источника  $U_0 = 5,0$  В. Следовательно мощность  $P_0 = I_0 U_0 = 2,5$  Вт

### 2. Вариант 2

- а. Электрическая цепь состоит из идеальной батарейки с  $U_0 = 15,0$  В, идеального вольтметра, нескольких резисторов  $R = 10,0$  Ом и резистора с неизвестным сопротивлением  $R_1$ . На одном из резисторов (см. рис) выделяется тепловая мощность  $P = 3,6$  Вт.



b. Определите:

- 1) Силу тока  $I_2$  (в амперах, округлите до десятых)(2 балла);
- 2) силу тока  $I_3$  (в амперах, округлите до десятых)(2 балла);
- 3) показания вольтметра  $U_V$  (в вольтах, округлите до целого)(2 балла);
- 4) сопротивление резистора  $R_1$  (в омах, округлите до целого)(2 балла);
- 5) тепловую мощность выделяющуюся во всей системе  $P_0$ (в ваттах, округлите до десятых)(2 балла)

с. Ответы:

- 1) 0,6
- 2) 0,4
- 3) 3
- 4) 3
- 5) 15,0

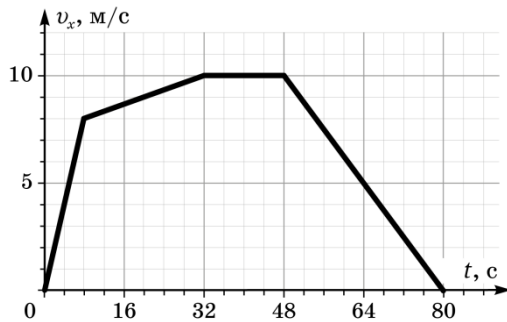
d. Решение:

- 1)  $I_2$  - это и сила тока в резисторе с  $P$ , значит (закон Джоуля-Ленца)  $I_2 = \sqrt{\frac{P}{R}}$   
 $= 0,6$  А.
- 2)  $I_3$  - это и сила тока в параллельной цепи (напряжение одинаковое) с сопротивлением в 1,5 раза большим. По закону Ома  $I_3 = 0,4$  А.
- 3) Падение напряжения на любой из параллельных веток  $U = 12$  В (произведение силы тока в ветви на полное её сопротивление), напряжение батареи -  $U_0 = 15$  В, значит, показания вольтметра  $U_V = 3$  В.
- 4) Через  $R_1$  течёт суммарный ток силой  $I_0 = 0,4 + 0,6 = 1,0$  А. Падение напряжения на нём мы узнали в предыдущем пункте: 3 В. Значит, сопротивление  $R_1 = 3$  Ом.
- 5) Полная тепловая мощность равна мощности источника. Сила тока в источнике -  $I_0 = 1,0$  А, напряжение источника  $U_V = 15$  В. Следовательно, мощность  $P_0 = I_0 U_0 = 15,0$  Вт.

Застрял в пути.

### Вариант 1

- а. Старенький грузовичок резво стартовал на прямолинейном участке дороги. Но вскоре, двигатель начал барахлить, и грузовик остановился. Зависимость скорости грузовика от времени показана на графике.



- б. Определите для грузовика:

- 1) Максимальную скорость  $v_{\max}$  (в м/с, округлите до целого) (1 балл);
- 2) максимальное ускорение  $a_{\max}$  (в м/с<sup>2</sup>, округлите до целого) (2 балла);
- 3) путь, пройденный до остановки  $S$  (в метрах, округлите до целого) (3 балла);
- 4) среднюю путевую скорость за всё время движения  $v_{\text{ср}}$  (в м/с, округлите до десятых) (2 балла);
- 5) проекцию ускорения при торможении  $a_x$  (в м/с<sup>2</sup>, округлите до сотых) (2 балла).

- с. Ответы:

- 1) 10
- 2) 1
- 3) 568
- 4) 7,1
- 5) - 0,31

- д. Решение:

- 1) Максимальная скорость по графику  $v_{\max} = 10$  м/с.
- 2) Ускорение пропорционально угловому коэффициенту на данном графике.

Наибольшее ускорение на первом участке  $a_{\max} = (8 \text{ м/с} - 0 \text{ м/с}) / (8 \text{ с} - 0 \text{ с}) = 1 \text{ м/с}^2$ .

- 3) Путь пропорционален площади под графиком скорости.  $S = 568$  м.
- 4) Средняя путевая скорость - это отношение пути ко времени его

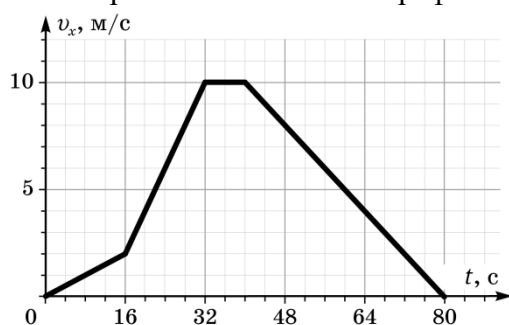
прохождения.  $v_{\text{ср}} = 568 \text{ м} / 80 \text{ с} = 7,1 \text{ м/с}$ .

- 5) Торможение происходит на участке 48 - 80 с. Скорость меняется от 10 м/с до

0. По определению ускорения  $a_x = (0 - 10) / (80 - 48) \approx - 0,31 \text{ м/с}^2$ .

### Вариант 2

- е. Старенький грузовичок резво стартовал на прямолинейном участке дороги. Но вскоре, двигатель начал барахлить, и грузовик остановился. Зависимость скорости грузовика от времени показана на графике.



- ф. Определите для грузовика:

- 1) Максимальную скорость  $v_{\max}$  (в м/с, округлите до целого)(1 балл);
- 2) максимальное ускорение  $a_{\max}$ (в м/с<sup>2</sup>, округлите до целого)(2 балла);
- 3) путь, пройденный до остановки  $S$  (в метрах, округлите до целого)(3 балла);
- 4) среднюю путевую скорость за всё время движения  $v_{\text{ср}}$ (в м/с, округлите до десятых)(2 балла);
- 5) проекцию ускорения при торможении  $a_x$  (в м/с<sup>2</sup>, округлите до сотых)(2 балла).

г. Ответы:

- 1) 10
- 2) 0,5
- 3) 392
- 4) 4,9
- 5) - 0,25

h. Решение:

- 1) Максимальная скорость по графику  $v_{\max} = 10$  м/с.
- 2) Ускорение пропорционально угловому коэффициенту на данном графике.

Наибольшее ускорение на первом участке  $a_{\max} = (10 \text{ м/с} - 2 \text{ м/с}) / (32 \text{ с} - 16 \text{ с}) = 0,5 \text{ м/с}^2$ .

- 3) Путь пропорционален площади под графиком скорости.  $S = 392$  м.

4) Средняя путевая скорость - это отношение пути ко времени его прохождения.  $v_{\text{ср}} = 392 \text{ м} / 80 \text{ с} = 4,9 \text{ м/с}$ .

5) Торможение происходит на участке 40 - 80 с. Скорость меняется от 10 м/с до 0. По определению ускорения  $a_x = (0 - 10) / (80 - 40) \approx - 0,25 \text{ м/с}^2$