

## Разбор заданий школьного этапа ВсОШ по физике

для 7 класса

2023/24 учебный год

Максимальное количество баллов — 30

### Задание № 1.1

---

#### Общее условие:

Во время летних каникул ученики будущего 7 класса попали в инновационный магический лагерь «Лукоморье». В первый день их ожидало соревнование по поеданию зачарованных хот-догов. Особенность таких хот-догов заключается в том, что, когда их откусывают с одной стороны, они уменьшаются на столько же с другой стороны.



#### Условие:

Вожатый — начинающий волшебник Федя, — демонстрируя работу хот-дога, откусил с одной стороны 2 см. Насколько в целом укоротился хот-дог за этот укус?

#### Ответ:

- 1 см

- 2 см
- 3 см
- 4 см
- 5 см
- 6 см

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

*Решение.*

Особенность зачарованных хот-догов заключается в том, что, когда их откусывают с одной стороны, они уменьшаются на столько же с другой стороны. Об этом нужно все время помнить при решении данной задачи.

Вожатый Федя откусил с одной стороны хот-дога 2 см. В этот же момент хот-дог с другой стороны уменьшился тоже на 2 см. Таким образом, в целом хот-дог за один укус укоротился на 4 см.

**Условие:**

Длина зачарованного хот-дога, который достался ученику Мише, равна 120 см. За один раз Миша может откусить кусок хот-дога длиной 4 см. За сколько укусов весь хот-дог исчезнет?

**Ответ:**

- 10
- 15
- 20
- 25

- 30
- 35
- 40

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

*Решение.*

Когда Миша откусывает от своего хот-дога 4 см, он уменьшается с другой стороны тоже на 4 см. Значит, за один укус хот-дог в целом укорачивается на 8 см. Тогда исчезнет он через  $120 : 8 = 15$  укусов.

**Условие:**

Кирилл за одну минуту в среднем делает 10 укусов по 3 см. С какой средней скоростью уменьшается полная длина хот-дога? Считайте, что хот-дог очень длинный и не успевает закончиться за это время. Ответ выразите в см/с, округлите до десятых.

**Ответ:** 0.9 или 1.0

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

*Решение.*

Одна минута — это 60 секунд. Каждый укус по 3 см приводит к укорачиванию хот-дога на 6 см. Значит, за 10 укусов он укоротится на  $10 \cdot 6 \text{ см} = 60 \text{ см}$ . Так что средняя скорость уменьшения длины хот-дога равна:  $60 \text{ см} : 60 \text{ с} = 1 \text{ см/с}$ .

**Условие:**

В финал соревнований вышли Дина и Семен. Для финального состязания в лагере приготовили хот-доги длиной 288 см. Дина за  $\frac{1}{12}$  минуты съедает 3 см хот-дога, а Семён — 4 см за  $\frac{1}{8}$  минуты. Кто окажется победителем?

**Ответ:**

- Дина
- Семён
- Будет ничья

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

*Решение.*

Дина съедает 3 см, а хот-дог укорачивается на 6 см за  $\frac{1}{12}$  минуты. Тогда весь хот-дог Дины исчезнет за  $288 : 6 \cdot \frac{1}{12} = 4$  минуты.

Семён съедает 4 см, а его хот-дог укорачивается на 8 см за  $\frac{1}{8}$  минуты. Тогда весь хот-дог Семёна исчезнет за  $288 : 8 \cdot \frac{1}{8} = 4.5$  минуты.

Таким образом, Дина станет победителем.

**Условие:**

На сколько секунд быстрее съест свой хот-дог победитель? Ответ округлите до целых. Если вы считаете, что будет ничья, в ответ запишите 0.

**Ответ:** 30

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Максимальный балл за задание — 10 баллов**

*Решение.*

Дина затратит на поедание хот-дога 4 минуты, а Семён – 4.5 минуты, так что Дина съест хот-дог на  $0.5 \text{ минут} = 30 \text{ секунд}$  быстрее.

## Задание № 1.2

---

### Общее условие:

Во время летних каникул ученики будущего 7 класса попали в инновационный магический лагерь «Лукоморье». В первый день их ожидало соревнование по поеданию зачарованных хот-догов. Особенность таких хот-догов заключается в том, что, когда их откусывают с одной стороны, они уменьшаются на столько же с другой стороны.



### Условие:

Вожатый — начинающий волшебник Федя, — демонстрируя работу хот-дога, откусил с одной стороны 1 см. Насколько в целом укоротился хот-дог за этот укус?

### Ответ:

- 1 см
- 2 см
- 3 см
- 4 см
- 5 см
- 6 см

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Длина зачарованного хот-дога, который достался ученику Мише, равна 100 см. За один раз Миша может откусить кусок хот-дога длиной 2 см. За сколько укусов весь хот-дог исчезнет?

**Ответ:**

- 10
- 15
- 20
- 25
- 30
- 35
- 40

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Кирилл за одну минуту в среднем делает 12 укусов по 3 см. С какой средней скоростью уменьшается полная длина хот-дога? Считайте, что хот-дог очень длинный и не успевает закончиться за это время. Ответ выразите в см/с, округлите до десятых.

**Ответ:** 1.1 или 1.2

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

В финал соревнований вышли Дина и Семен. Для финального состязания в лагере приготовили хот-доги длиной 240 см. Дина за  $\frac{1}{12}$  минуты съедает 2 см хот-дога, а Семён — 3 см за  $\frac{1}{8}$  минуты. Кто окажется победителем?

**Ответ:**

- Дина
- Семён
- Будет ничья

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

На сколько секунд быстрее съест свой хот-дог победитель? Ответ округлите до целых. Если вы считаете, что будет ничья, в ответ запишите 0.

**Ответ: 0**

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Максимальный балл за задание — 10 баллов**

*Решение по аналогии с заданием № 1.1*

### Задание № 1.3

---

#### Общее условие:

Во время летних каникул ученики будущего 7 класса попали в инновационный магический лагерь «Лукоморье». В первый день их ожидало соревнование по поеданию зачарованных хот-догов. Особенность таких хот-догов заключается в том, что, когда их откусывают с одной стороны, они уменьшаются на столько же с другой стороны.



#### Условие:

Вожатый — начинающий волшебник Федя, — демонстрируя работу хот-дога, откусил с одной стороны 3 см. Насколько в целом укоротился хот-дог за этот укус?

#### Ответ:

- 1 см
- 2 см
- 3 см
- 4 см
- 5 см
- 6 см

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Длина зачарованного хот-дога, который достался ученику Мише, равна 120 см. За один раз Миша может откусить кусок хот-дога длиной 3 см. За сколько укусов весь хот-дог исчезнет?

**Ответ:**

- 10
- 15
- 20
- 25
- 30
- 35
- 40

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Кирилл за одну минуту в среднем делает 12 укусов по 3 см. С какой средней скоростью уменьшается полная длина хот-дога? Считайте, что хот-дог очень длинный и не успевает закончиться за это время. Ответ выразите в см/с, округлите до десятых.

**Ответ:** 0.5 или 0.6

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

В финал соревнований вышли Дина и Семен. Для финального состязания в лагере приготовили хот-доги длиной 180 см. Дина за  $\frac{1}{10}$  минуты съедает 3 см хот-дога, а Семён — 4 см за  $\frac{1}{9}$  минуты. Кто окажется победителем?

**Ответ:**

- Дина
- Семён
- Будет ничья

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

На сколько секунд быстрее съест свой хот-дог победитель? Ответ округлите до целых. Если вы считаете, что будет ничья, в ответ запишите 0.

**Ответ: 30**

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Максимальный балл за задание — 10 баллов**

*Решение по аналогии с заданием № 1.1*

## Задание № 1.4

---

### Общее условие:

Во время летних каникул ученики будущего 7 класса попали в инновационный магический лагерь «Лукоморье». В первый день их ожидало соревнование по поеданию зачарованных хот-догов. Особенность таких хот-догов заключается в том, что, когда их откусывают с одной стороны, они уменьшаются на столько же с другой стороны.



### Условие:

Вожатый — начинающий волшебник Федя, — демонстрируя работу хот-догов, откусил с одной стороны 4 см. Насколько в целом укоротился хот-догов за этот укус?

### Ответ:

- 3 см
- 4 см
- 5 см
- 6 см
- 7 см
- 8 см

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Длина зачарованного хот-дога, который достался ученику Мише, равна 100 см. За один раз Миша может откусить кусок хот-дога длиной 5 см. За сколько укусов весь хот-дог исчезнет?

**Ответ:**

- 10
- 15
- 20
- 25
- 30
- 35
- 40

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Кирилл за одну минуту в среднем делает 12 укусов по 2 см. С какой средней скоростью уменьшается полная длина хот-дога? Считайте, что хот-дог очень длинный и не успевает закончиться за это время. Ответ выразите в см/с, округлите до десятых.

**Ответ:** 0.7 или 0.8

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

В финал соревнований вышли Дина и Семен. Для финального состязания в лагере приготовили хот-доги длиной 240 см. Дина за  $\frac{1}{10}$  минуты съедает 2 см хот-дога, а Семён — 3 см за  $\frac{1}{8}$  минуты. Кто окажется победителем?

**Ответ:**

- Дина
- Семён
- Будет ничья

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

На сколько секунд быстрее съест свой хот-дог победитель? Ответ округлите до целых. Если вы считаете, что будет ничья, в ответ запишите 0.

**Ответ: 60**

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Максимальный балл за задание — 10 баллов**

*Решение по аналогии с заданием № 1.1*

## Задание № 2.1

---

### Общее условие:

Каждый вечер в магическом лагере заслуженный учитель Баба-Яга проводит занятия по полётам в ступах. Одно из упражнений называется «Ястреб», в процессе которого три ученика образуют группу в форме стрелы и все вместе параллельно друг другу летят к цели.



### Условие:

Скорость каждого ученика при выполнении «Ястреба» равна 20 м/с. С какой скоростью летит передний ученик относительно заднего?

### Ответ:

- 0 м/с
- 5 м/с
- 10 м/с
- 15 м/с
- 20 м/с
- 25 м/с
- 30 м/с

- 35 м/с
- 40 м/с

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

*Решение.*

Так как все ученики при выполнении упражнения «Ястреб» летят в одну сторону с одной и той же скоростью, скорость переднего ученика относительно заднего равна 0 м/с.

**Условие:**

По свистку Бабы-Яги первый ученик должен резко увеличить свою скорость вдвое. Установите соответствие.

**Ответ:**

Скорость этого ученика относительно стоящих на земле зрителей	40 м/с
Скорость этого ученика относительно двух оставшихся	20 м/с

**За каждую верную пару — по 2 балла (всего 4 балла)**

*Решение.*

После увеличения скорости вдвое первый ученик полетит со скоростью  $2 \cdot 20 = 40$  м/с относительно зрителей и со скоростью  $40$  м/с  $- 20$  м/с  $= 20$  м/с относительно двух других учеников.

**Условие:**

При выполнении следующего упражнения ученик поддерживает среднюю скорость 35 м/с. За какое время в этом случае ученик пролетит 5 раз туда и обратно по прямой от Избушки-на-Курьих ножках до Зелёного Дуба, если расстояние между ними составляет 350 метров? Ответ выразите в секундах, округлите до целых.

**Ответ:** 100**Точное совпадение ответа — 2 балла***Решение.*

Во время выполнения следующего упражнения ученик пролетит 5 раз туда и обратно от Избушки до Дуба, так что его путь составит:

$$S = 2 \cdot 5 \cdot 350 = 3500 \text{ м.}$$

Этот путь он пролетит за  $t = S : v = 3500 : 35 = 100 \text{ с.}$

**Условие:**

В следующем упражнении ученики отрабатывают приёмы уворачивания. Баба-Яга бросает зачарованный мяч в направлении ученика, находящегося от неё на расстоянии 200 м и летящего от неё с постоянной скоростью 15 м/с. Зачарованный мяч летит с постоянной скоростью 25 м/с. Через сколько секунд мяч догонит ученика, если они двигаются по одной прямой и не меняют направление своего движения? Ответ округлите до целых.

**Ответ:** 20

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Максимальный балл за задание — 10 баллов**

*Решение.*

Можно размышлять следующим образом. Мяч сближается с игроком со скоростью  $25 - 15 = 10$  м/с, так что мяч догонит игрока через:

$$200 : 10 = 20 \text{ с.}$$

Также можно составить следующее уравнение:  $200 + 15t = 25t$ , где  $t$  – это время до встречи. Отсюда  $t = 200 : (25 - 15) = 20$  с.

Оба варианта приводят к одному и тому же правильному ответу.

## Задание № 2.2

---

### Общее условие:

Каждый вечер в магическом лагере заслуженный учитель Баба-Яга проводит занятия по полётам в ступах. Одно из упражнений называется «Ястреб», в процессе которого три ученика образуют группу в форме стрелы и все вместе параллельно друг другу летят к цели.



### Условие:

Скорость каждого ученика при выполнении «Ястреба» равна 15 м/с. С какой скоростью летит передний ученик относительно заднего?

### Ответ:

- 0 м/с
- 5 м/с
- 10 м/с
- 15 м/с
- 20 м/с
- 25 м/с
- 30 м/с

- 35 м/с
- 40 м/с

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

По свистку Бабы-Яги первый ученик должен резко увеличить свою скорость вдвое. Установите соответствие.

**Ответ:**

Скорость этого ученика относительно стоящих на земле зрителей	30 м/с
Скорость этого ученика относительно двух оставшихся	15 м/с

**За каждую верную пару — по 2 балла (всего 4 балла)**

**Условие:**

При выполнении следующего упражнения ученик поддерживает среднюю скорость 30 м/с. За какое время в этом случае ученик пролетит 4 раза туда и обратно по прямой от Избушки-на-Курьих ножках до Зелёного Дуба, если расстояние между ними составляет 300 метров? Ответ выразите в секундах, округлите до целых.

**Ответ: 80**

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

В следующем упражнении ученики отрабатывают приёмы уворачивания. Баба-Яга бросает зачарованный мяч в направлении ученика, находящегося от неё на расстоянии 300 м и летящего от неё с постоянной скоростью 15 м/с. Зачарованный мяч летит с постоянной скоростью 30 м/с. Через сколько секунд мяч догонит ученика, если они двигаются по одной прямой и не меняют направление своего движения? Ответ округлите до целых.

**Ответ:** 20

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Максимальный балл за задание — 10 баллов**

*Решение по аналогии с заданием № 2.1*

### Задание № 2.3

---

#### Общее условие:

Каждый вечер в магическом лагере заслуженный учитель Баба-Яга проводит занятия по полётам в ступах. Одно из упражнений называется «Ястреб», в процессе которого три ученика образуют группу в форме стрелы и все вместе параллельно друг другу летят к цели.



#### Условие:

Скорость каждого ученика при выполнении «Ястреба» равна 20 м/с. С какой скоростью летит передний ученик относительно заднего?

#### Ответ:

- 0 м/с
- 5 м/с
- 10 м/с
- 15 м/с
- 20 м/с
- 25 м/с
- 30 м/с

- 35 м/с
- 40 м/с

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

По свистку Бабы-Яги первый ученик должен резко увеличить свою скорость в полтора раза. Установите соответствие.

**Ответ:**

Скорость этого ученика относительно стоящих на земле зрителей	30 м/с
Скорость этого ученика относительно двух оставшихся	10 м/с

**За каждую верную пару — по 2 балла (всего 4 балла)**

**Условие:**

При выполнении следующего упражнения ученик поддерживает среднюю скорость 25 м/с. За какое время в этом случае ученик пролетит 4 раза туда и обратно по прямой от Избушки-на-Курьих ножках до Зелёного Дуба, если расстояние между ними составляет 250 метров? Ответ выразите в секундах, округлите до целых.

**Ответ: 80**

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

В следующем упражнении ученики отрабатывают приёмы уворачивания. Баба-Яга бросает зачарованный мяч в направлении ученика, находящегося от неё на расстоянии 250 м и летящего от неё с постоянной скоростью 15 м/с. Зачарованный мяч летит с постоянной скоростью 25 м/с. Через сколько секунд мяч догонит ученика, если они двигаются по одной прямой и не меняют направление своего движения? Ответ округлите до целых.

**Ответ: 25****Точное совпадение ответа — 2 балла****Максимальный балл за задание — 10 баллов***Решение по аналогии с заданием № 2.1*

## Задание № 2.4

---

### Общее условие:

Каждый вечер в магическом лагере заслуженный учитель Баба-Яга проводит занятия по полётам в ступах. Одно из упражнений называется «Ястреб», в процессе которого три ученика образуют группу в форме стрелы и все вместе параллельно друг другу летят к цели.



### Условие:

Скорость каждого ученика при выполнении «Ястреба» равна 10 м/с. С какой скоростью летит передний ученик относительно заднего?

### Ответ:

- 0 м/с
- 5 м/с
- 10 м/с
- 15 м/с
- 20 м/с
- 25 м/с
- 30 м/с

- 35 м/с
- 40 м/с

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

По свистку Бабы-Яги первый ученик должен резко увеличить свою скорость втрое. Установите соответствие.

**Ответ:**

Скорость этого ученика относительно стоящих на земле зрителей	30 м/с
Скорость этого ученика относительно двух оставшихся	20 м/с

**За каждую верную пару — по 2 балла (всего 4 балла)**

**Условие:**

При выполнении следующего упражнения ученик поддерживает среднюю скорость 27 м/с. За какое время в этом случае ученик пролетит 5 раз туда и обратно по прямой от Избушки-на-Курьих ножках до Зелёного Дуба, если расстояние между ними составляет 270 метров? Ответ выразите в секундах, округлите до целых.

**Ответ: 100**

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

В следующем упражнении ученики отрабатывают приёмы уворачивания. Баба-Яга бросает зачарованный мяч в направлении ученика, находящегося от неё на расстоянии 350 м и летящего от неё с постоянной скоростью 15 м/с. Зачарованный мяч летит с постоянной скоростью 25 м/с. Через сколько секунд мяч догонит ученика, если они двигаются по одной прямой и не меняют направление своего движения? Ответ округлите до целых.

**Ответ:** 35

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Максимальный балл за задание — 10 баллов**

*Решение по аналогии с заданием № 2.1*

### Задание № 3.1

---

#### Общее условие:

В магическом лагере разработана внутренняя денежная система. Ученики могут зарабатывать монеты за активную работу на занятиях, за победы в соревнованиях и в ходе других мероприятий. В «Лукоморье» используется три вида монет: медные гроши, серебряные талеры и золотые червонцы. Курс перевода постоянен и помогает ученикам не забывать математику: 1 червонец = 17 талеров, 1 талер = 29 грошей.



#### Условие:

Сколько грошей в двух червонцах?

#### Ответ:

- 34
- 58
- 126
- 306
- 493
- 513
- 612
- 986

○ 1026

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

*Решение.*

Для начала переведём стоимость товаров в гроши, чтобы дальше было проще работать:

- Упаковка пастилы стоит 17 грошей;
- Шоколад «Алёнка» стоит 2 талера и 3 гроша, т. е.  $2 \cdot 29 + 3 = 61$  грош;
- Пачка желейных червячков стоит 11 грошей;
- Одно сахарное перо стоит 1 талер и 1 грош, т. е.  $1 \cdot 29 + 1 = 30$  грошей.

Два червонца это  $2 \cdot 17 = 34$  талера и  $34 \cdot 29 = 986$  грошей.

**Условие:**

В вечернее время ученики в «Лукоморье» могут заглянуть в лавку сладостей и потратить заработанные деньги. В лавке представлены следующие товары:

Упаковка пастилы	17 грошей
Шоколад «Алёнка»	2 талера и 3 гроша
Пачка желейных червячков	11 грошей
Сахарное перо	1 талер и 1 грош

Что дешевле?

**Ответ:**

- Одна шоколадка
- Четыре упаковки пастилы
- Одинаково

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

*Решение.*

Для сравнения переведем стоимость указанных товаров в гроши. Одна шоколадка стоит 2 талера и 3 гроша, т.е.  $2 \cdot 29 + 3 = 61$  грош.

Четыре упаковки пастилы стоят  $4 \cdot 17 = 68$  грошей.

Получается, что одна шоколадка стоит дешевле на  $68 - 61 = 7$  грошей.

**Условие:**

На сколько грошей отличается стоимость?

**Ответ:**

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

*Решение.*

С учетом предыдущего решения, получается, что одна шоколадка стоит дешевле на  $68 - 61 = 7$  грошей.

**Условие:**

За первые три дня Миша заработал 5 талеров и 12 грошей. Какую покупку он может себе позволить? Выберите тот вариант, при котором Миша потратит больше всего имеющихся денег:

**Ответ:**

- Две шоколадки и одно сахарное перо
- Две шоколадки и три пачки железных червячков
- Восемь упаковок пастилы и одно сахарное перо
- Четыре сахарных пера и одна шоколадка
- Двенадцать пачек железных червячков и две упаковки пастилы

**Конкретный балл за каждый пункт — за вариант б) ставится 3 балла, за вариант а) ставится 1 балл**

*Решение.*

Переведём заработок Миши в гроши. Миша заработал 5 талеров и 12 грошей, т. е.  $5 \cdot 29 + 12 = 145 + 12 = 157$  грошей.

Теперь переведём в гроши стоимость каждой покупки:

а) две шоколадки и одно сахарное перо.

Вся покупка обойдется в  $2 \cdot 61 + 30 = 152$  гроша. На эту покупку у Миши достаточно денег.

б) две шоколадки и 3 пачки жележных червячков.

Стоимость покупки:  $2 \cdot 61 + 3 \cdot 11 = 155$  грошей. У Миши достаточно денег и на эту покупку.

в) восемь упаковок пастилы и одно сахарное перо.

Стоимость покупки:  $8 \cdot 17 + 1 \cdot 29 + 1 = 166$  грошей. Эту покупку Миша не может себе позволить.

г) четыре сахарных пера и одна шоколадка.

Стоимость покупки:  $4 \cdot (1 \cdot 29 + 1) + (2 \cdot 29 + 3) = 181$  грош. Это слишком много для Миши.

д) двенадцать пачек «Жележных червячков» и 2 упаковки пастилы.

Стоимость покупки:  $12 \cdot 11 + 2 \cdot 17 = 166$  грошей. И эту покупку Миша тоже не сможет себе позволить.

Таким образом, денег у Миши хватит на покупку: а) и на покупку б).

Согласно условию задачи, он должен потратить максимальное количество денег, поэтому правильный ответ – это ответ б) «две шоколадки и 3 пачки жележных червячков». Однако за вариант а) «две шоколадки и одно сахарное перо» участник тоже получил бы часть баллов.

### **Условие:**

Карим решил купить для себя и друзей 4 шоколадки, 2 пачки жележных червячков и упаковку пастилы. Он дал продавщице 10 талеров одной монетой. Сколько грошей она должна ему дать в качестве сдачи?

**Ответ:** 7

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Максимальный балл за задание — 10 баллов**

*Решение.*

Карим решил купить для себя и друзей 4 шоколадки, 2 пачки жележных червячков и упаковку пастилы.

Вся его покупка стоит:  $4 \cdot 61 + 2 \cdot 11 + 17 = 283$  гроша.

Карим дал продавщице 10 талеров одной монетой, это  $10 \cdot 29 = 290$  грошей.

Поэтому продавщица должна дать ему  $290 - 283 = 7$  грошей сдачи.

### Задание № 3.2

---

#### Общее условие:

В магическом лагере разработана внутренняя денежная система. Ученики могут зарабатывать монеты за активную работу на занятиях, за победы в соревнованиях и в ходе других мероприятий. В «Лукоморье» используется три вида монет: медные гроши, серебряные талеры и золотые червонцы. Курс перевода постоянен и помогает ученикам не забывать математику: 1 червонец = 17 талеров, 1 талер = 29 грошей.



#### Условие:

Сколько грошей в трёх червонцах?

#### Ответ:

- 342
- 493
- 586
- 986
- 1026
- 1260
- 1479
- 1513

○ 3062

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

В вечернее время ученики в «Лукоморье» могут заглянуть в лавку сладостей и потратить заработанные деньги. В лавке представлены следующие товары:

Упаковка пастилы	17 грошей
Шоколад «Алёнка»	2 талера и 3 гроша
Пачка жележных червячков	11 грошей
Сахарное перо	1 талер и 1 грош

Что дешевле?

**Ответ:**

- Два сахарных пера
- Четыре упаковки пастилы
- Одинаково

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

**Условие:**

На сколько грошей отличается стоимость?

**Ответ:**

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

**Условие:**

За первые три дня Миша заработал 6 талеров и 5 грошей. Какую покупку он может себе позволить? Выберите тот вариант, при котором Миша потратит больше всего имеющихся денег:

**Ответ:**

- Две шоколадки и два сахарных пера
- Двенадцать пачек жележных червячков и четыре упаковки пастилы
- Две шоколадки и три упаковки пастилы
- Три шоколадки и три пачки жележных червячков
- Две шоколадки и пять пачек жележных червячков

**Конкретный балл за каждый пункт — за вариант д) ставится 3 балла, за вариант в) ставится 1 балл**

**Условие:**

Карим решил купить для себя и друзей 5 сахарных перьев, 1 шоколадку и 4 упаковки пастилы. Он дал продавщице 10 талеров одной монетой. Сколько грошей она должна ему дать в качестве сдачи?

**Ответ:** 11

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Максимальный балл за задание — 10 баллов**

*Решение по аналогии с заданием № 3.1*

### Задание № 3.3

---

#### Общее условие:

В магическом лагере разработана внутренняя денежная система. Ученики могут зарабатывать монеты за активную работу на занятиях, за победы в соревнованиях и в ходе других мероприятий. В «Лукоморье» используется три вида монет: медные гроши, серебряные талеры и золотые червонцы. Курс перевода постоянен и помогает ученикам не забывать математику: 1 червонец = 17 талеров, 1 талер = 29 грошей.



#### Условие:

Сколько грошей в одном червонце?

#### Ответ:

- 34
- 58
- 126
- 306
- 493
- 986
- 1026
- 1479

○ 1513

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

В вечернее время ученики в «Лукоморье» могут заглянуть в лавку сладостей и потратить заработанные деньги. В лавке представлены следующие товары:

Упаковка пастилы	17 грошей
Шоколад «Алёнка»	2 талера и 3 гроша
Пачка жележных червячков	11 грошей
Сахарное перо	1 талер и 1 грош

Что дешевле?

**Ответ:**

- Одна шоколадка
- Шесть пачек жележных червячков
- Одинаково

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

**Условие:**

На сколько грошей отличается стоимость?

**Ответ:**

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

**Условие:**

За первые три дня Миша заработал 4 талера и 25 грошей. Какую покупку он может себе позволить? Выберите тот вариант, при котором Миша потратит больше всего имеющихся денег:

**Ответ:**

- Три сахарных пера и одна шоколадка
- Три сахарных пера и четыре пачки желейных червячков
- Две шоколадки и одно сахарное перо
- Одна шоколадка и семь пачек желейных червячков
- Двенадцать пачек желейных червячков и две упаковки пастилы

**Конкретный балл за каждый пункт — за вариант г) ставится 3 балла, за вариант б) ставится 1 балл**

**Условие:**

Карим решил купить для себя и друзей 3 шоколадки, 3 сахарных пера и 1 пачку жележных червячков. Он дал продавщице 10 талеров одной монетой. Сколько грошей она должна ему дать в качестве сдачи?

**Ответ:** 6

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Максимальный балл за задание — 10 баллов**

*Решение по аналогии с заданием № 3.1*

### Задание № 3.4

---

#### Общее условие:

В магическом лагере разработана внутренняя денежная система. Ученики могут зарабатывать монеты за активную работу на занятиях, за победы в соревнованиях и в ходе других мероприятий. В «Лукоморье» используется три вида монет: медные гроши, серебряные талеры и золотые червонцы. Курс перевода постоянен и помогает ученикам не забывать математику: 1 червонец = 17 талеров, 1 талер = 29 грошей.



#### Условие:

Сколько грошей в четырёх червонцах?

#### Ответ:

- 340
- 493
- 580
- 986
- 1026
- 1260
- 1479
- 1972

- 3060

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

В вечернее время ученики в «Лукоморье» могут заглянуть в лавку сладостей и потратить заработанные деньги. В лавке представлены следующие товары:

Упаковка пастилы	17 грошей
Шоколад «Алёнка»	2 талера и 3 гроша
Пачка жележных червячков	11 грошей
Сахарное перо	1 талер и 1 грош

Что дешевле?

**Ответ:**

- ✓ Два сахарных пера
- Шесть пачек жележных червячков
- Одинаково

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

**Условие:**

На сколько грошей отличается стоимость?

**Ответ:**

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

**Условие:**

За первые три дня Миша заработал 5 талеров и 22 гроша. Какую покупку он может себе позволить? Выберите тот вариант, при котором Миша потратит больше всего имеющихся денег:

**Ответ:**

- Две шоколадки и три пачки желейных червячков
- Восемь пачек пастилы и одно сахарное перо
- Две шоколадки и пять пачек желейных червячков
- Две шоколадки и три упаковки пастилы
- Две шоколадки и два сахарных пера

**Конкретный балл за каждый пункт — за вариант б) ставится 3 балла, за вариант а) ставится 1 балл**

**Условие:**

Карим решил купить для себя и друзей 4 сахарных пера, 2 шоколадки и 4 пачки жележных червячков. Он дал продавщице 10 талеров одной монетой. Сколько грошей она должна ему дать в качестве сдачи?

**Ответ:** 4

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Максимальный балл за задание — 10 баллов**

*Решение по аналогии с заданием № 3.1*

## **Разбор заданий школьного этапа ВсОШ по физике**

**для 8 класса**

2023/24 учебный год

Максимальное количество баллов — 30

### **Задание № 1.1**

---

#### **Общее условие:**

Между деревней Мерёво и городом Лугой курсирует рейсовый автобус со скоростью 54 км/ч. Доехав до города, автобус сразу же разворачивается и едет в деревню, а из деревни сразу в город (временем стоянки автобуса в обоих пунктах можно пренебречь). Вадим опоздал на автобус и поехал из деревни в город на электросамокате со скоростью 18 км/ч той же дорогой.

#### **Условие:**

Во сколько раз скорость Вадима на электросамокате меньше скорости автобуса? Ответ округлите до целых.

**Ответ: 3**

**Точное совпадение ответа — 0.5 балла**

**Условие:**

Сколько времени заняла бы поездка на автобусе, если расстояние между деревней и городом составляет 22.5 км? Ответ выразите в минутах, округлите до целых.

**Ответ: 25**

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

На сколько минут Вадим опоздал на остановочный пункт, если к моменту, когда мальчик подошёл на остановку, автобус удалился от неё на 4.5 км? Ответ округлите до целых.

**Ответ: 5**

**Точное совпадение ответа — 0.5 балла**

**Условие:**

Сколько времени займёт поездка по той же дороге на электросамокате? Ответ выразите в минутах, округлите до целых.

**Ответ: 75**

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Сколько раз на пути из деревни в город Вадим встретится с автобусом?

**Ответ:** 3

**Точное совпадение ответа — 5 баллов**

**Максимальный балл за задание — 10 баллов**

*Решение.*

1) Во сколько раз скорость Вадима на электросамокате меньше скорости автобуса?

$$X = v_1 : v_2 = 54 \text{ км/ч} : 18 \text{ км/ч} = 3.$$

2) Сколько времени заняла бы поездка на автобусе, если расстояние между деревней и городом составляет 22.5 км?

Время в пути на автобусе:

$$t = s : v_1 = 22.5 \text{ км} : 54 \text{ км/ч} = 5/12 \text{ ч} = 25 \text{ мин.}$$

3) На сколько минут Вадим опоздал на остановочный пункт, если к моменту, когда мальчик подошёл на остановку, автобус удалился от неё на 4.5 км?

Время в пути автобуса совпадает с искомым:

$$t = s_0 : v_1 = 4.5 \text{ км} : 54 \text{ км/ч} = 1/12 \text{ ч} = 5 \text{ мин.}$$

4) Сколько времени займёт поездка по той же дороге на электросамокате?

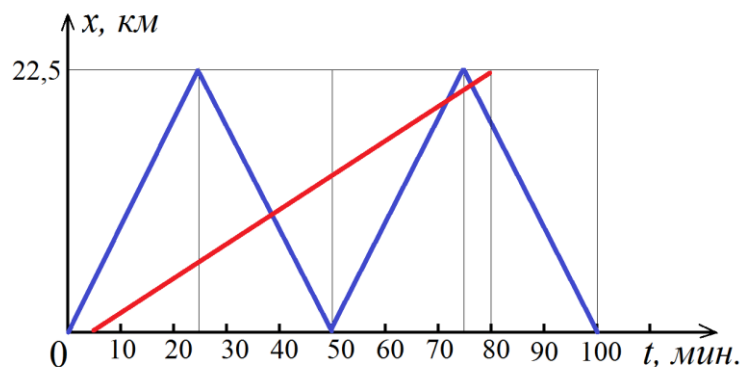
Время в пути на электросамокате:

$$t = s : v_2 = 22.5 \text{ км} : 18 \text{ км/ч} = 5/4 \text{ ч} = 75 \text{ мин},$$

$$\text{ИЛИ } 25 \text{ мин} \cdot 3 = 75 \text{ мин}.$$

5) Сколько раз на пути из деревни в город Вадим встретится с автобусом?

Построим графики зависимости координаты от времени для автобуса и для электросамоката, начало отсчёта совместим с остановкой в деревне.



Пересечение графиков — место и время встречи автобуса и электросамоката. Всего точек пересечения 3, столько же было встреч (одна в попутном направлении и две — на встречном).

## Задание № 1.2

---

### Общее условие:

Между деревней Мстихино и городом Калугой курсирует рейсовый автобус со скоростью 42 км/ч. Доехав до города, автобус сразу же разворачивается и едет в деревню, а из деревни сразу в город (временем стоянки автобуса в обоих пунктах можно пренебречь). Вася опоздал на автобус и поехал из деревни в город на электросамокате со скоростью 14 км/ч той же дорогой.

### Условие:

Во сколько раз скорость Васи на электросамокате меньше скорости автобуса? Ответ округлите до целых.

**Ответ:** 3

**Точное совпадение ответа — 0.5 балла**

### Условие:

Сколько времени заняла бы поездка на автобусе, если расстояние между деревней и городом составляет 14 км? Ответ выразите в минутах, округлите до целых.

**Ответ:** 20

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

На сколько минут Вася опоздал на остановочный пункт, если к моменту, когда мальчик подошёл на остановку, автобус удалился от неё на 2.8 км? Ответ округлите до целых.

**Ответ:** 4

**Точное совпадение ответа — 0.5 балла**

**Условие:**

Сколько времени займёт поездка по той же дороге на электросамокате? Ответ выразите в минутах, округлите до целых.

**Ответ:** 60

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Сколько раз на пути из деревни в город Вася встретится с автобусом?

**Ответ:** 3

**Точное совпадение ответа — 5 баллов**

**Максимальный балл за задание — 10 баллов**

*Решение по аналогии с заданием № 1.1*

### Задание № 1.3

---

#### **Общее условие:**

Между наукоградом Кольцово и городом Новосибирском курсирует рейсовый автобус со скоростью 56 км/ч. Доехав до города, автобус сразу же разворачивается и едет в наукоград, а из наукограда сразу в город (временем стоянки автобуса в обоих пунктах можно пренебречь). Глеб опоздал на автобус и поехал из наукограда в город на электросамокате со скоростью 14 км/ч той же дорогой.

#### **Условие:**

Во сколько раз скорость Глеба на электросамокате меньше скорости автобуса? Ответ округлите до целых.

**Ответ:** 4

**Точное совпадение ответа — 0.5 балла**

#### **Условие:**

Сколько времени заняла бы поездка на автобусе, если расстояние между наукоградом и городом составляет 21 км? Ответ выразите в секундах, округлите до целых.

**Ответ:** 1350

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

На сколько секунд Глеб опоздал на остановочный пункт, если к моменту, когда мальчик подошёл на остановку, автобус удалился от неё на 2.8 км? Ответ округлите до целых.

**Ответ:** 180

**Точное совпадение ответа — 0.5 балла**

**Условие:**

Сколько времени займёт поездка по той же дороге на электросамокате? Ответ выразите в секундах, округлите до целых.

**Ответ:** 5400

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Сколько раз на пути из наукограда в город Глеб встретится с автобусом?

**Ответ:** 3

**Точное совпадение ответа — 5 баллов**

**Максимальный балл за задание — 10 баллов**

*Решение по аналогии с заданием № 1.1*

## Задание № 1.4

---

### Общее условие:

Между курортным посёлком Горные Ключи и посёлком городского типа Кировский курсирует рейсовый автобус со скоростью 10 м/с. Доехав до курортного посёлка, автобус сразу же разворачивается и едет в Кировский, а из Кировского сразу в курортный посёлок (временем стоянки автобуса в обоих пунктах можно пренебречь). Жанна опоздала на автобус и поехала из Горных Ключей в Кировский на электросамокате со скоростью 18 км/ч той же дорогой.

### Условие:

Во сколько раз скорость Жанны на электросамокате меньше скорости автобуса? Ответ округлите до целых.

**Ответ: 2**

**Точное совпадение ответа — 0.5 балла**

### Условие:

Сколько времени заняла бы поездка на автобусе, если расстояние между курортным посёлком и Кировским составляет 18 км? Ответ выразите в секундах, округлите до целых.

**Ответ: 1800**

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

На сколько секунд Жанна опоздала на остановочный пункт, если к моменту, когда девочка подошла на остановку, автобус удалился от неё на 2.4 км?  
Ответ округлите до целых

**Ответ: 240**

**Точное совпадение ответа — 0.5 балла**

**Условие:**

Сколько времени займёт поездка по той же дороге на электросамокате?  
Ответ выразите в секундах, округлите до целых.

**Ответ: 3600**

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Сколько раз на пути из Горных Ключей в Кировский Жанна встретится с автобусом?

**Ответ: 1**

**Точное совпадение ответа — 5 баллов**

**Максимальный балл за задание — 10 баллов**

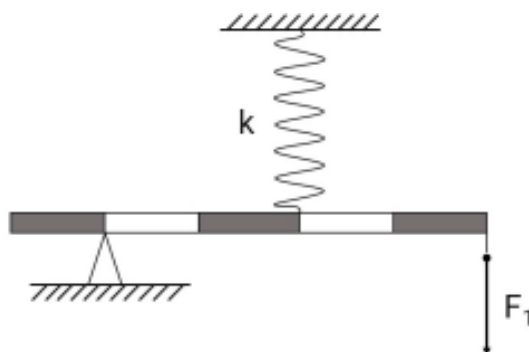
*Решение по аналогии с заданием № 1.1*

## Задание № 2.1

---

### Общее условие:

Невесомый рычаг удерживают в горизонтальном положении с помощью пружины жёсткостью  $k = 2$  кН/м и динамометра.



### Условие:

Чему равна сила упругости пружины, если к правому концу рычага с помощью динамометра приложили силу  $F_1 = 10$  Н? Ответ выразите в ньютонах, округлите до целых.

**Ответ: 20**

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

### Условие:

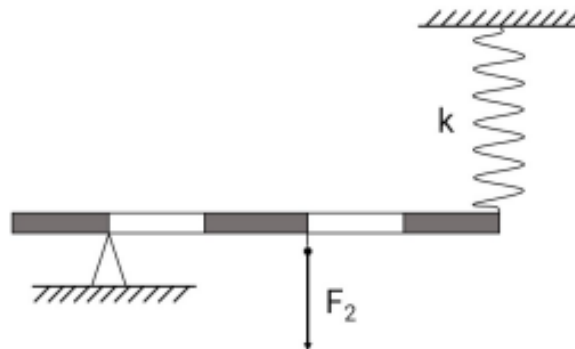
Чему равно удлинение пружины? Ответ выразите в миллиметрах, округлите до целых.

**Ответ: 10**

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Пружину и динамометр поменяли местами, как показано на рисунке.



Какую силу  $F_2$  надо приложить к горизонтальному рычагу, чтобы удлинение пружины уменьшилось в 5 раз? Ответ выразите в ньютонах, округлите до целых.

**Ответ: 8**

**Точное совпадение ответа — 6 баллов**

**Максимальный балл за задание — 10 баллов**

*Решение.*

1) Чему равна сила упругости пружины, если к правому концу рычага с помощью динамометра приложили силу  $F_1 = 10 \text{ Н}$ ?

Применим условие равновесия рычага:

$$F_{\text{упр1}} \cdot 2x = F_1 \cdot 4x, \text{ где } x \text{ — длина одного деления}$$

$$F_{\text{упр1}} = F_1 \cdot 2 = 10 \text{ Н} \cdot 2 = 20 \text{ Н}.$$

2) Чему равно удлинение пружины?

Применим закон Гука:

$$\Delta L_1 = F_{\text{упр1}} : k = 20 \text{ Н} : 2000 \text{ Н/м} = 0.01 \text{ м} = 10 \text{ мм.}$$

3) Какую силу  $F_2$  надо приложить к горизонтальному рычагу, чтобы удлинение пружины уменьшилось в 5 раз?

Применим закон Гука: сила упругости прямо пропорциональна удлинению пружины. Значит, сила упругости уменьшилась во столько же раз, что и удлинение:

$$F_{\text{упр2}} = F_{\text{упр1}} : 5 = 20 \text{ Н} : 5 = 4 \text{ Н.}$$

Применим условие равновесия рычага:

$$F_2 \cdot 2x = F_{\text{упр2}} \cdot 4x, \text{ где } x \text{ — длина одного деления.}$$

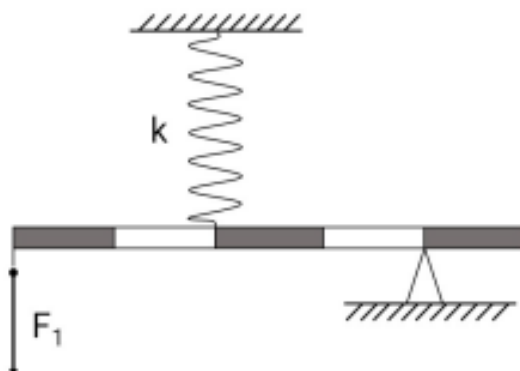
$$F_2 = F_{\text{упр2}} \cdot 2 = 4 \text{ Н} \cdot 2 = 8 \text{ Н.}$$

## Задание № 2.2

---

### Общее условие:

Невесомый рычаг удерживают в горизонтальном положении с помощью пружины жёсткостью  $k = 400 \text{ Н/м}$  и динамометра.



### Условие:

Чему равна сила упругости пружины, если к левому концу рычага с помощью динамометра приложили силу  $F_1 = 3 \text{ Н}$ ? Ответ выразите в ньютонах, округлите до целых.

**Ответ: 6**

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

### Условие:

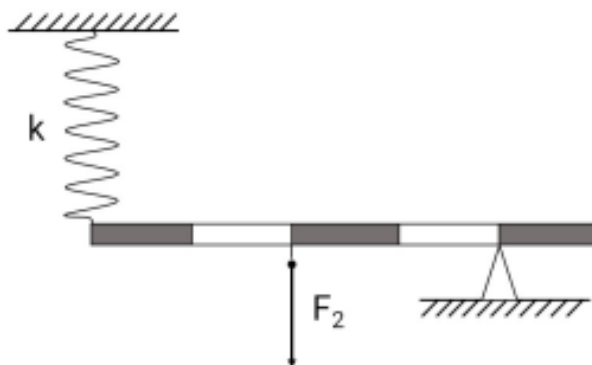
Чему равно удлинение пружины? Ответ выразите в миллиметрах, округлите до целых.

**Ответ: 15**

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Пружину и динамометр поменяли местами, как показано на рисунке.



Какую силу  $F_2$  надо приложить к горизонтальному рычагу, чтобы удлинение пружины уменьшилось в 3 раза? Ответ выразите в ньютонах, округлите до целых.

**Ответ: 4**

**Точное совпадение ответа — 6 баллов**

**Максимальный балл за задание — 10 баллов**

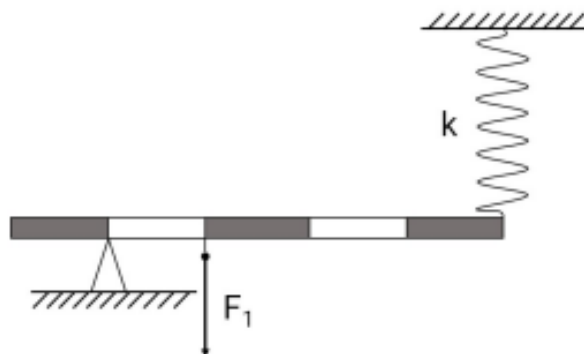
*Решение по аналогии с заданием № 2.1*

### Задание № 2.3

---

#### Общее условие:

Невесомый рычаг удерживают в горизонтальном положении с помощью пружины жёсткостью  $k = 300 \text{ Н/м}$  и динамометра.



#### Условие:

Чему равна сила упругости пружины, если к правому плечу рычага с помощью динамометра приложили силу  $F_1 = 12 \text{ Н}$ ? Ответ выразите в ньютонах, округлите до целых.

**Ответ: 3**

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

#### Условие:

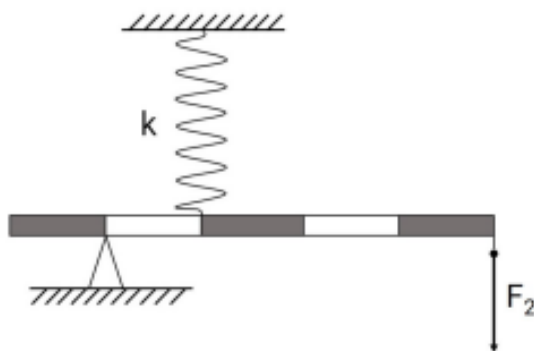
Чему равно удлинение пружины? Ответ выразите в миллиметрах, округлите до целых.

**Ответ: 10**

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Пружину и динамометр поменяли местами, как показано на рисунке.



Какую силу  $F_2$  надо приложить к горизонтальному рычагу, чтобы удлинение пружины увеличилось в 4 раза? Ответ выразите в ньютонах, округлите до целых.

**Ответ: 3**

**Точное совпадение ответа — 6 баллов**

**Максимальный балл за задание — 10 баллов**

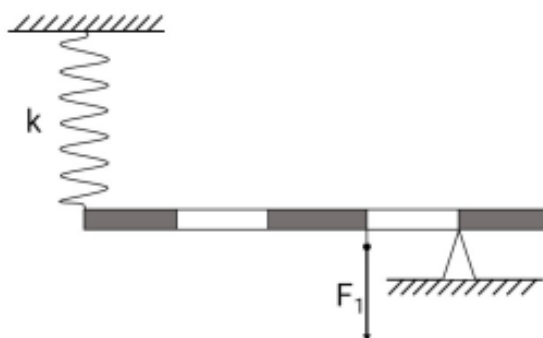
*Решение по аналогии с заданием № 2.1*

## Задание № 2.4

---

### Общее условие:

Невесомый рычаг удерживают в горизонтальном положении с помощью пружины жёсткостью  $k = 500 \text{ Н/м}$  и динамометра.



### Условие:

Чему равна сила упругости пружины, если к левому плечу рычага с помощью динамометра приложили силу  $F_1 = 16 \text{ Н}$ ? Ответ выразите в ньютонах, округлите до целых.

**Ответ:** 4

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

### Условие:

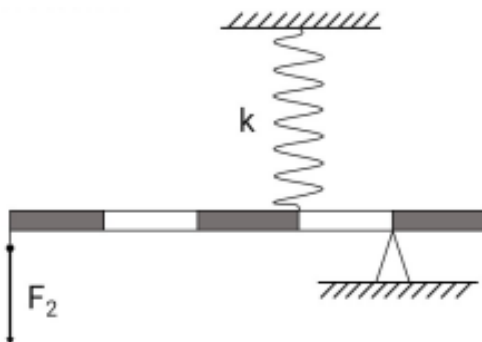
Чему равно удлинение пружины? Ответ выразите в миллиметрах, округлите до целых.

**Ответ:** 8

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Пружину и динамометр поменяли местами, как показано на рисунке.



Какую силу  $F_2$  надо приложить к горизонтальному рычагу, чтобы удлинение пружины увеличилось в 2 раза? Ответ выразите в ньютонах, округлите до целых.

**Ответ: 2**

**Точное совпадение ответа — 6 баллов**

**Максимальный балл за задание — 10 баллов**

*Решение по аналогии с заданием № 2.1*

### Задание № 3.1

---

**Общее условие:**

Степан решил смастерить цветные деревянные кубики для своей младшей сестрёнки. Для этого он использовал сосновый брус квадратного сечения плотностью  $500 \text{ кг/м}^3$  и размером  $100 \times 20 \times 20$  см и краску красного цвета.

**Условие:**

Определите объём бруса. Ответ выразите в кубических дециметрах, округлите до целых.

**Ответ:** 40

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

**Условие:**

Определите массу бруса. Ответ выразите в килограммах, округлите до целых.

**Ответ:** 20

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

**Условие:**

На сколько кубиков с ребром 1 дм получится распилить брус при безотходной нарезке? Ответ округлите до целых.

**Ответ:** 40

**Точное совпадение ответа — 1.5 балла**

**Условие:**

Определите площадь поверхности одного кубика. Ответ выразите в квадратных сантиметрах, округлите до целых.

**Ответ:** 600

**Точное совпадение ответа — 1.5 балла**

**Условие:**

Важной характеристикой краски является укрывистость — способность пигментированного лакокрасочного материала при равномерном нанесении перекрывать цвет поверхности, на которую он был нанесён. Укрывистость  $100 \text{ мл/м}^2$  означает, что для окрашивания поверхности рекомендуется распределить 100 мл краски по поверхности площадью  $1 \text{ м}^2$ . Определите толщину красочного слоя при покраске в один слой краской укрывистостью  $200 \text{ мл/м}^2$ . Уменьшением объёма краски при высыхании пренебречь. Ответ выразите в микрометрах ( $1 \text{ мм} = 1000 \text{ мкм}$ ), округлите до целых.

**Ответ:** 200

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Сколько кубиков получится целиком окрасить в один слой красной краской укрывистостью  $200 \text{ мл/м}^2$ , если её объём равен 240 мл? Ответ округлите до целых.

**Ответ:** 20

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Сколько кубиков осталось неокрашенными? Ответ округлите до целых.

**Ответ:** 20

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

**Максимальный балл за задание — 10 баллов**

*Решение.*

1) Определите объём бруса.

Объём прямоугольного параллелепипеда:

$$V = a \cdot b \cdot c = 100 \text{ см} \cdot 20 \text{ см} \cdot 20 \text{ см} = 40000 \text{ см}^3 = 40 \text{ дм}^3.$$

2) Определите массу бруса.

Масса бруса:

$$m = \rho \cdot V = 500 \text{ кг/м}^3 \cdot 0,04 \text{ м}^3 = 20 \text{ кг.}$$

3) На сколько кубиков с ребром 1 дм получится распилить брус при безотходной нарезке?

Объём кубика с ребром  $a$ :

$$V_0 = a^3 = 1 \text{ дм}^3.$$

Количество кубиков:

$$N = V : V_0 = 40 \text{ дм}^3 : 1 \text{ дм}^3 = 40.$$

4) Определите площадь поверхности одного кубика.

У куба шесть граней, площадь каждой грани равна квадрату ребра:

$$S_0 = 6 \cdot a^2 = 6 \cdot 1 \text{ дм}^2 = 600 \text{ см}^2.$$

5) Определите толщину красочного слоя при покраске в один слой краской укрывистостью  $200 \text{ мл/м}^2$ . Уменьшением объёма краски при высыхании пренебречь.

Выразим в однородных единицах:

$$200 \text{ мл} = 200 \text{ см}^3, \quad 1 \text{ м}^2 = 10\,000 \text{ см}^2,$$

$$H = V : S = 200 \text{ см}^3 : 10\,000 \text{ см}^2 = 0.02 \text{ см} = 0.2 \text{ мм} = 200 \text{ мкм.}$$

б) Сколько кубиков получится целиком окрасить в один слой красной краской укрывистостью  $200 \text{ мл/м}^2$ , если её объём равен  $240 \text{ мл}$ .

Площадь окраски в один слой:

$$S = 240 \text{ мл} : 200 \text{ мл/м}^2 = 1.2 \text{ м}^2 = 12\,000 \text{ см}^2$$

Количество полностью окрашенных кубиков:

$$N_0 = S : S_0 = 12\,000 \text{ см}^2 : 600 \text{ см}^2 = 20.$$

7) Сколько кубиков осталось неокрашенными?

Количество неокрашенных кубиков:

$$N_{\text{но}} = N - N_0 = 40 - 20 = 20.$$

### Задание № 3.2

---

#### **Общее условие:**

Паша решил смастерить цветные деревянные кубики для своей младшей сестрёнки. Для этого он использовал сосновый брус квадратного сечения плотностью  $400 \text{ кг/м}^3$  и размером  $100 \times 10 \times 10$  см и краску зелёного цвета.

#### **Условие:**

Определите объём бруса. Ответ выразите в кубических дециметрах, округлите до целых.

**Ответ: 10**

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

#### **Условие:**

Определите массу бруса. Ответ выразите в килограммах, округлите до целых.

**Ответ: 4**

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

**Условие:**

На сколько кубиков с ребром 5 см получится распилить брус при безотходной нарезке? Ответ округлите до целых.

**Ответ:** 80

**Точное совпадение ответа — 1.5 балла**

**Условие:**

Определите площадь поверхности одного кубика. Ответ выразите в квадратных сантиметрах, округлите до целых.

**Ответ:** 150

**Точное совпадение ответа — 1.5 балла**

**Условие:**

Важной характеристикой краски является укрывистость — способность пигментированного лакокрасочного материала при равномерном нанесении перекрывать цвет поверхности, на которую он был нанесён. Укрывистость  $100 \text{ мл/м}^2$  означает, что для окрашивания поверхности рекомендуется распределить 100 мл краски по поверхности площадью  $1 \text{ м}^2$ . Определите толщину красочного слоя при покраске в один слой краской укрывистостью  $150 \text{ мл/м}^2$ . Уменьшением объёма краски при высыхании пренебречь. Ответ выразите в микрометрах ( $1 \text{ мм} = 1000 \text{ мкм}$ ), округлите до целых.

**Ответ:** 150

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Сколько кубиков получится целиком окрасить в один слой зелёной краской укрывистостью  $200 \text{ мл/м}^2$ , если её объём равен 120 мл? Ответ округлите до целых.

**Ответ:** 40

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Сколько кубиков осталось неокрашенными? Ответ округлите до целых.

**Ответ:** 40

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

**Максимальный балл за задание — 10 баллов**

*Решение по аналогии с заданием № 3.1*

### Задание № 3.3

---

**Общее условие:**

Злата решила смастерить цветные деревянные кубики для своего младшего брата. Для этого она использовала берёзовый брус квадратного сечения плотностью  $600 \text{ кг/м}^3$  и размером  $100 \times 20 \times 20$  см и краску жёлтого цвета.

**Условие:**

Определите объём бруса. Ответ выразите в кубических дециметрах, округлите до целых.

**Ответ:** 40

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

**Условие:**

Определите массу бруса. Ответ выразите в килограммах, округлите до целых.

**Ответ:** 24

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

**Условие:**

На сколько кубиков с ребром 1 дм получится распилить брус при безотходной нарезке? Ответ округлите до целых.

**Ответ:** 40

**Точное совпадение ответа — 1.5 балла**

**Условие:**

Определите площадь поверхности одного кубика. Ответ выразите в квадратных сантиметрах, округлите до целых.

**Ответ:** 600

**Точное совпадение ответа — 1.5 балла**

**Условие:**

Важной характеристикой краски является укрывистость — способность пигментированного лакокрасочного материала при равномерном нанесении перекрывать цвет поверхности, на которую он был нанесён. Укрывистость  $100 \text{ мл/м}^2$  означает, что для окрашивания поверхности рекомендуется распределить 100 мл краски по поверхности площадью  $1 \text{ м}^2$ . Определите толщину красочного слоя при покраске в один слой краской укрывистостью  $300 \text{ мл/м}^2$ . Уменьшением объёма краски при высыхании пренебречь. Ответ выразите в микрометрах ( $1 \text{ мм} = 1000 \text{ мкм}$ ), округлите до целых.

**Ответ: 300**

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Сколько кубиков получится целиком окрасить в один слой жёлтой краской укрывистостью  $200 \text{ мл/м}^2$ , если её объём равен 180 мл? Ответ округлите до целых.

**Ответ: 15**

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Сколько кубиков осталось неокрашенными? Ответ округлите до целых.

**Ответ: 25**

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

**Максимальный балл за задание — 10 баллов**

*Решение по аналогии с заданием № 3.1*

### Задание № 3.4

---

#### **Общее условие:**

Ирина решила смастерить цветные деревянные кубики для своего младшего брата. Для этого она использовала буковый брус квадратного сечения плотностью  $700 \text{ кг/м}^3$  и размером  $200 \times 10 \times 10$  см и краску синего цвета.

#### **Условие:**

Определите объём бруса. Ответ выразите в кубических дециметрах, округлите до целых.

**Ответ:** 20

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

#### **Условие:**

Определите массу бруса. Ответ выразите в килограммах, округлите до целых.

**Ответ:** 14

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

**Условие:**

На сколько кубиков с ребром 1 дм получится распилить брус при безотходной нарезке? Ответ округлите до целых.

**Ответ:** 20

**Точное совпадение ответа — 1.5 балла**

**Условие:**

Определите площадь поверхности одного кубика. Ответ выразите в квадратных сантиметрах, округлите до целых.

**Ответ:** 600

**Точное совпадение ответа — 1.5 балла**

**Условие:**

Важной характеристикой краски является укрывистость — способность пигментированного лакокрасочного материала при равномерном нанесении перекрывать цвет поверхности, на которую он был нанесён. Укрывистость  $100 \text{ мл/м}^2$  означает, что для окрашивания поверхности рекомендуется распределить 100 мл краски по поверхности площадью  $1 \text{ м}^2$ . Определите толщину красочного слоя при покраске в один слой краской укрывистостью  $250 \text{ мл/м}^2$ . Уменьшением объёма краски при высыхании пренебречь. Ответ выразите в микрометрах ( $1 \text{ мм} = 1000 \text{ мкм}$ ), округлите до целых.

**Ответ:** 250

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Сколько кубиков получится целиком окрасить в один слой синей краской укрывистостью  $200 \text{ мл/м}^2$ , если её объём равен 60 мл? Ответ округлите до целых.

**Ответ:** 5

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Сколько кубиков осталось неокрашенными? Ответ округлите до целых.

**Ответ:** 15

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

**Максимальный балл за задание — 10 баллов**

*Решение по аналогии с заданием № 3.1*

## Разбор заданий школьного этапа ВсОШ по физике

для 9 класса

2023/24 учебный год

Максимальное количество баллов — 30

### Задание № 1.1

---

#### Общее условие:

Стандартная тепловая электростанция, работающая на сжигании мазута (удельная теплота сгорания 40 МДж/кг), имеет КПД 25%, где под полезной подразумевается вырабатываемая электроэнергия. Стандартный телевизор потребляет из сети с напряжением 220 В ток силой 1 А.

#### Условие:

Определите мощность, потребляемую телевизором. Ответ выразите в ваттах, округлите до целых.

**Ответ:** 220

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

*Решение.*

Потребляемая мощность:  $N = I \cdot U = 220$  Вт.

#### Условие:

Какое количество энергии потребит телевизор за время просмотра телепрограммы длиной 30 минут? Ответ выразите в килоджоулях, округлите до целых.

**Ответ:** 396

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

*Решение.*

$$W = N \cdot \tau = I \cdot U \cdot \tau = 396 \text{ кДж.}$$

**Условие:**

Какое количество топлива необходимо сжечь на электростанции для выработки 1 кДж электроэнергии? Ответ выразите в граммах, округлите до десятых.

**Ответ: 0.1**

**Точное совпадение ответа — 4 балла**

*Решение.*

$$\eta = \frac{W_1}{Q} = \frac{W_1}{qm} \Rightarrow m = \frac{W_1}{q\eta} = 0.1 \text{ г, где } W_1 = 1 \text{ кДж.}$$

**Условие:**

Какое количество топлива необходимо сжечь на электростанции для просмотра телепрограммы? Ответ выразите в граммах, округлите до десятых.

**Ответ: 39.6**

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Максимальный балл за задание — 10 баллов**

*Решение.*

$$m = \frac{W}{q\eta} = 39.6 \text{ г.}$$

## Задание № 1.2

---

### **Общее условие:**

Стандартная тепловая электростанция, работающая на бензине (удельная теплота сгорания 44 МДж/кг), имеет КПД 11%, где под полезной подразумевается вырабатываемая электроэнергия. Стандартный телевизор потребляет из сети с напряжением 240 В ток силой 0.8 А.

### **Условие:**

Определите мощность, потребляемую телевизором. Ответ выразите в ваттах, округлите до целых.

**Ответ:** 192

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

### **Условие:**

Какое количество энергии потребит телевизор за время просмотра телепрограммы длиной 30 минут? Ответ выразите в килоджоулях, округлите до целых.

**Ответ:** засчитывается в диапазоне [345; 346]

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

### **Условие:**

Какое количество топлива необходимо сжечь на электростанции для выработки 1 кДж электроэнергии? Ответ выразите в граммах, округлите до десятых.

**Ответ:** 0.2

**Точное совпадение ответа — 4 балла**

**Условие:**

Какое количество топлива необходимо сжечь на электростанции для просмотра телепрограммы? Ответ выразите в граммах, округлите до десятых.

**Ответ:** засчитывается в диапазоне [71.4; 71.5]

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Максимальный балл за задание — 10 баллов**

*Решение по аналогии с заданием № 1.1*

### Задание № 1.3

---

**Общее условие:**

Стандартная тепловая электростанция, работающая на сжигании угля (удельная теплота сгорания 27 МДж/кг), имеет КПД 10% где под полезной подразумевается вырабатываемая электроэнергия. Стандартный телевизор потребляет из сети с напряжением 200 В ток силой 1 А.

**Условие:**

Определите мощность, потребляемую телевизором. Ответ выразите в ваттах, округлите до целых.

**Ответ:** 200

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Какое количество энергии потребит телевизор за время просмотра телепрограммы длиной 30 минут? Ответ выразите в килоджоулях, округлите до целых.

**Ответ:** 360

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Какое количество топлива необходимо сжечь на электростанции для выработки 1 кДж электроэнергии? Ответ выразите в граммах, округлите до десятых.

**Ответ:** 0.4

**Точное совпадение ответа — 4 балла**

**Условие:**

Какое количество топлива необходимо сжечь на электростанции для просмотра телепрограммы? Ответ выразите в граммах, округлите до десятых.

**Ответ:** засчитывается в диапазоне [133; 133.3]

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Максимальный балл за задание — 10 баллов**

*Решение по аналогии с заданием № 1.1*

## Задание № 1.4

---

### **Общее условие:**

Стандартная тепловая электростанция, работающая на сжигании торфа (удельная теплота сгорания 12 МДж/кг), имеет КПД 40% где под полезной подразумевается вырабатываемая электроэнергия. Стандартный телевизор потребляет из сети с напряжением 250 В ток силой 1.2 А.

### **Условие:**

Определите мощность, потребляемую телевизором. Ответ выразите в ваттах, округлите до целых.

**Ответ:** 300

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

### **Условие:**

Какое количество энергии потребит телевизор за время просмотра телепрограммы длиной 30 минут? Ответ выразите в килоджоулях, округлите до целых.

**Ответ:** 540

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

### **Условие:**

Какое количество топлива необходимо сжечь на электростанции для выработки 1 кДж электроэнергии? Ответ выразите в граммах, округлите до десятых.

**Ответ:** 0.2

**Точное совпадение ответа — 4 балла**

**Условие:**

Какое количество топлива необходимо сжечь на электростанции для просмотра телепрограммы? Ответ выразите в граммах, округлите до десятых.

**Ответ:** засчитывается в диапазоне [112; 112.5]

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

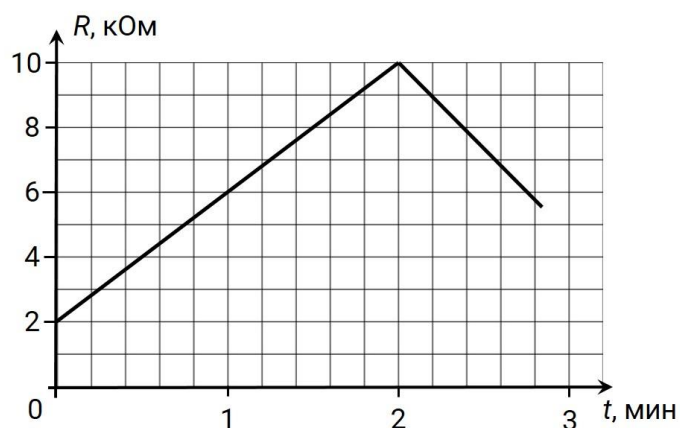
**Максимальный балл за задание — 10 баллов**

*Решение по аналогии с заданием № 1.1*

## Задание № 2.1

### Общее условие:

Экспериментатор Глюк подключил свой верный реостат проводами с пренебрежимо малым сопротивлением к источнику постоянного напряжения с  $U = 12$  В и начал перемещать ползунок. На графике представлена зависимость сопротивления реостата от времени.



### Условие:

Какого максимального значения достигало сопротивление реостата? Ответ выразите в килоомах, округлите до целых.

**Ответ:** 10

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

*Решение.*

По графику  $R_{\max} = 10$  кОм.

### Условие:

Какая максимальная сила тока наблюдалась в эксперименте? Ответ выразите в миллиамперах, округлите до целых.

**Ответ:** 6

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

*Решение.*

Максимальной силе тока, по закону Ома, при фиксированном напряжении соответствует минимальное сопротивление реостата:  $I_{\max} = \frac{U}{R_{\min}} = 6 \text{ мА}$

**Условие:**

Через какое время после начала измерений впервые наблюдался ток силой 4 мА? Ответ выразите в секундах, округлите до целых.

**Ответ:** засчитывается в диапазоне [12; 24]

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

*Решение.*

Искомому току соответствует сопротивление:  $R = \frac{U}{I} = 3 \text{ кОм}$

Составим уравнение  $R(t)$  — линейную функцию, проходящую через точки (2кОм, 0 мин) и (10 кОм, 2 мин):

$$R(t) = 2 \text{ кОм} + 8 \text{ кОм} \frac{t}{2 \text{ мин}}.$$

Подставляя сопротивление в 3 кОм получаем, что оно наблюдалось через 0.25 мин = 15 с после начала наблюдения.

**Условие:**

Через какое время после начала измерений тепловая мощность, выделяющаяся на реостате, впервые составила 36 мВт? Ответ выразите в секундах, округлите до целых.

**Ответ:** засчитывается в диапазоне [24; 36]

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

*Решение.*

Искомой мощности соответствует сопротивление:

$$N = \frac{U^2}{R} \Rightarrow R = \frac{U^2}{N} = 4 \text{ кОм}$$

Составим уравнение  $R(t)$  — линейную функцию, проходящую через точки (2кОм, 0 мин) и (10 кОм, 2 мин):

$$R(t) = 2 \text{ кОм} + 8 \text{ кОм} \frac{t}{2 \text{ мин}}.$$

Подставляя сопротивление в 4 кОм получаем, что оно наблюдалось через 0.5 мин = 30 с после начала наблюдения.

**Условие:**

Через какое время после начала наблюдений сила тока вернётся к первоначальному значению, если характер зависимости не изменится? Ответ выразите в секундах, округлите до целых.

**Ответ:** засчитывается в диапазоне [200; 240]

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Максимальный балл за задание — 10 баллов**

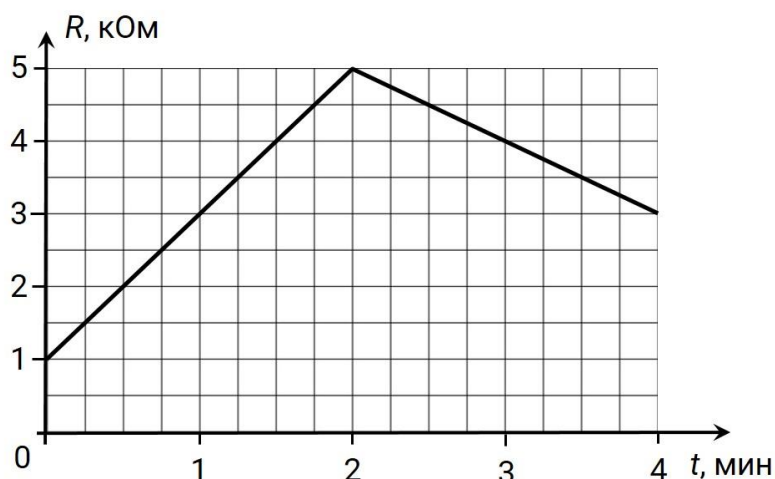
*Решение.*

Сила тока вернётся к первоначальному значению, когда сопротивление вернётся к значению 2 кОм. Необходимо сделать экстраполяцию графика. Можно заметить, что сопротивление уменьшилось с 10 кОм до 6 кОм за время в интервале 40-50 с. Значит, к первоначальному значению 2 кОм сопротивление вернётся ещё через 40-50с, то есть через 200-220 с от начала эксперимента.

## Задание № 2.2

### Общее условие:

Экспериментатор Глюк подключил свой верный реостат проводами с пренебрежимо малым сопротивлением к источнику постоянного напряжения с  $U=12$  В и начал перемещать ползунок. На графике представлена зависимость сопротивления реостата от времени.



### Условие:

Какого максимального значения достигало сопротивление реостата? Ответ выразите в килоомах, округлите до целых.

**Ответ: 5**

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

### Условие:

Какая максимальная сила тока наблюдалась в эксперименте? Ответ выразите в миллиамперах, округлите до целых.

**Ответ: 12**

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Через какое время после начала измерений впервые наблюдался ток силой 4 мА? Ответ выразите в секундах, округлите до целых.

**Ответ:** 60

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Через какое время после начала измерений тепловая мощность, выделяющаяся на реостате, впервые составила 36 мВт? Ответ выразите в секундах, округлите до целых.

**Ответ:** 90

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Через какое время после начала наблюдений сила тока вернётся к первоначальному значению, если характер зависимости не изменится? Ответ выразите в секундах, округлите до целых.

**Ответ:** 360

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

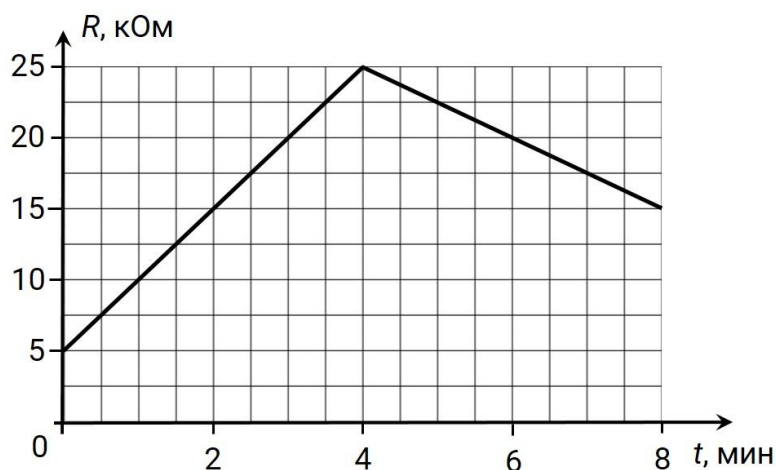
**Максимальный балл за задание — 10 баллов**

*Решение по аналогии с заданием № 2.1*

### Задание № 2.3

#### Общее условие:

Экспериментатор Глюк подключил свой верный реостат проводами с пренебрежимо малым сопротивлением к источнику постоянного напряжения с  $U = 20$  В и начал перемещать ползунок. На графике представлена зависимость сопротивления реостата от времени.



#### Условие:

Какого максимального значения достигало сопротивление реостата? Ответ выразите в килоомах, округлите до целых.

**Ответ:** 25

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

#### Условие:

Какая максимальная сила тока наблюдалась в эксперименте? Ответ выразите в миллиамперах, округлите до целых.

**Ответ:** 4

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Через какое время после начала измерений впервые наблюдался ток силой 2 мА? Ответ выразите в секундах, округлите до целых.

**Ответ:** 60

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Через какое время после начала измерений тепловая мощность, выделяющаяся на реостате, впервые составила 20 мВт? Ответ выразите в секундах, округлите до целых.

**Ответ:** 180

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Через какое время после начала наблюдений сила тока вернётся к первоначальному значению, если характер зависимости не изменится? Ответ выразите в секундах, округлите до целых.

**Ответ:** 720

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Максимальный балл за задание — 10 баллов**

*Решение по аналогии с заданием № 2.1*

## Задание № 2.4

### Общее условие:

Экспериментатор Глюк подключил свой верный реостат проводами с пренебрежимо малым сопротивлением к источнику постоянного напряжения с  $U = 15$  В и начал перемещать ползунок. На графике представлена зависимость сопротивления реостата от времени.



### Условие:

Какого максимального значения достигало сопротивление реостата? Ответ выразите в килоомах, округлите до целых.

**Ответ: 9**

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

### Условие:

Какая максимальная сила тока наблюдалась в эксперименте? Ответ выразите в миллиамперах, округлите до целых.

**Ответ: 15**

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Через какое время после начала измерений впервые наблюдался ток силой 4 мА? Ответ выразите в секундах, округлите до целых.

**Ответ:** засчитывается в диапазоне [50; 60]

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Через какое время после начала измерений тепловая мощность, выделяющаяся на реостате, впервые составила 37.5 мВт? Ответ выразите в секундах, округлите до целых.

**Ответ:** 100

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Через какое время после начала наблюдений сила тока вернётся к первоначальному значению, если характер зависимости не изменится? Ответ выразите в секундах, округлите до целых.

**Ответ:** засчитывается в диапазоне [360; 420]

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Максимальный балл за задание — 10 баллов**

*Решение по аналогии с заданием № 2.1*

### Задание № 3.1

---

**Общее условие:**

При проведении лабораторной работы по измерению жёсткости пружин учитель физики дал учащимся грузы разной массы. Школьники подвешивали грузы на вертикальные пружины и измеряли их удлинение. Результаты измерений, проведённых учащимися на уроке, представлены в общей таблице.

Ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .

№	1	2	3	4	5	6
Масса груза, г	44	45	60	72	72	90
Удлинение пружины, мм	8	10	10	16	12	15

**Условие:**

Определите наибольшее удлинение пружины, зафиксированное в ходе экспериментов. Ответ выразите в миллиметрах, округлите до целых.

**Ответ:** 16

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

*Решение.*

Максимальное значение в таблице 16 мм.

**Условие:**

Определите жёсткость пружины в эксперименте №2. Ответ выразите в Н/м, округлите до целых.

**Ответ:** 45

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

*Решение.*

$$k = \frac{F}{\Delta x} = \frac{mg}{\Delta x} = 45 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

**Условие:**

Сколько пружин исследовали школьники в ходе экспериментов, если жёсткости всех пружин были разными?

**Ответ:** 3

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

*Решение.*

Применяем формулу для жёсткости пружины к данным из условия и получаем множество коэффициентов {55, 45, 60, 45, 60, 60} Н/м. Всего 3 различных пружины.

**Условие:**

Определите удлинение системы из последовательно соединённых пружин с наибольшей и наименьшей жёсткостью, которую растягивает груз массой 63 грамма. Ответ выразите в миллиметрах, округлите до десятых.

**Ответ:** засчитывается в диапазоне [24; 25]

**Точное совпадение ответа — 4 балла**

**Максимальный балл за задание — 10 баллов**

*Решение.*

Коэффициент жёсткости системы из двух последовательно соединённых пружин можно найти из выражения:

$$\frac{1}{k_0} = \frac{1}{k_{\max}} + \frac{1}{k_{\min}} \Rightarrow \Delta x = \frac{F}{k_0} = mg \left( \frac{1}{k_{\max}} + \frac{1}{k_{\min}} \right) = 24.5 \text{ мм}$$

### Задание № 3.2

---

#### Общее условие:

При проведении лабораторной работы по измерению жёсткости пружин учитель физики дал учащимся грузы разной массы. Школьники подвешивали грузы на вертикальные пружины и измеряли их удлинение. Результаты измерений, проведённых учащимися на уроке, представлены в общей таблице. Ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .

№	1	2	3	4	5	6
Масса груза, г	88	105	91	40	72	90
Удлинение пружины, мм	22	15	13	10	12	15

#### Условие:

Определите наибольшее удлинение пружины, зафиксированное в ходе экспериментов. Ответ выразите в миллиметрах, округлите до целых.

**Ответ:** 22

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

#### Условие:

Определите жёсткость пружины в эксперименте №2. Ответ выразите в Н/м, округлите до целых.

**Ответ:** 70

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

#### Условие:

Сколько пружин исследовали школьники в ходе экспериментов, если жёсткости всех пружин были разными?

**Ответ:** 3

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Условие:**

Определите удлинение системы из последовательно соединённых пружин с наибольшей и наименьшей жёсткостью, которую растягивает груз массой 154 грамма. Ответ выразите в миллиметрах, округлите до десятых.

**Ответ:** засчитывается в диапазоне [60; 61]

**Точное совпадение ответа — 4 балла**

**Максимальный балл за задание — 10 баллов**

*Решение по аналогии с заданием № 3.1*

### Задание № 3.3

---

**Общее условие:**

При проведении лабораторной работы по измерению жёсткости пружин учитель физики дал учащимся грузы разной массы. Школьники подвешивали грузы на вертикальные пружины и измеряли их удлинение. Результаты измерений, проведённых учащимися на уроке, представлены в общей таблице. Ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .

№	1	2	3	4	5	6
Масса груза, г	105	100	60	77	72	90
Удлинение пружины, мм	15	20	10	11	12	15

**Условие:**

Определите наибольшее удлинение пружины, зафиксированное в ходе экспериментов. Ответ выразите в миллиметрах, округлите до целых.

**Ответ:** 20

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

**Условие:**

Определите жёсткость пружины в эксперименте №2. Ответ выразите в Н/м, округлите до целых.

**Ответ:** 50

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Сколько пружин исследовали школьники в ходе экспериментов, если жёсткости всех пружин были разными?

**Ответ:** 3

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Условие:**

Определите удлинение системы из последовательно соединённых пружин с наибольшей и наименьшей жёсткостью, которую растягивает груз массой 63 грамма. Ответ выразите в миллиметрах, округлите до десятых.

**Ответ:** засчитывается в диапазоне [21; 22]

**Точное совпадение ответа — 4 балла**

**Максимальный балл за задание — 10 баллов**

*Решение по аналогии с заданием № 3.1*

### Задание № 3.4

---

#### Общее условие:

При проведении лабораторной работы по измерению жёсткости пружин учитель физики дал учащимся грузы разной массы. Школьники подвешивали грузы на вертикальные пружины и измеряли их удлинение. Результаты измерений, проведённых учащимися на уроке, представлены в общей таблице. Ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .

№	1	2	3	4	5	6
Масса груза, г	45	40	60	50	72	90
Удлинение пружины, мм	10	10	12	10	12	15

#### Условие:

Определите наибольшее удлинение пружины, зафиксированное в ходе экспериментов. Ответ выразите в миллиметрах, округлите до целых.

**Ответ:** 15

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

#### Условие:

Определите жёсткость пружины в эксперименте №2. Ответ выразите в Н/м, округлите до целых.

**Ответ:** 40

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

#### Условие:

Сколько пружин исследовали школьники в ходе экспериментов, если жёсткости всех пружин были разными?

**Ответ:** 4

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Условие:**

Определите удлинение системы из последовательно соединённых пружин с наибольшей и наименьшей жёсткостью, которую растягивает груз массой 48 грамм. Ответ выразите в миллиметрах, округлите до десятых.

**Ответ:** 20.0

**Точное совпадение ответа — 4 балла**

**Максимальный балл за задание — 10 баллов**

*Решение по аналогии с заданием № 3.1*

## Разбор заданий школьного этапа ВсОШ по физике

для 10 класса

2023/24 учебный год

Максимальное количество баллов – 30

### Задание № 1.1

---

#### Общее условие:

Юный физик Богдан решил прокатиться на электросамокате. Перед поездкой он установил на свой телефон специальную программу для отслеживания пройденного расстояния и времени движения. Программа показала, что в первой поездке он проехал 600 м за 100 с.

#### Условие:

Чему равна средняя скорость движения Богдана в первой поездке? Ответ выразите в м/с, округлите до целых.

**Ответ:** 6

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

*Решение.*

Используем формулу средней скорости:

$$v = \frac{S}{t} = \frac{600}{100} = 6 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

#### Условие:

Во второй поездке программа показала, что на разгон до максимальной скорости из состояния покоя у Богдана ушло 6 с. При этом он проехал 36 м.

С каким ускорением разгонялся электросамокат? Движением можно считать равноускоренным. Ответ выразите в  $\text{м/с}^2$ , округлите до десятых.

**Ответ:** 2.0

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

*Решение.*

Запишем формулу перемещения при равноускоренном движении при нулевой начальной скорости:  $S = \frac{at^2}{2}$ .

Выразим отсюда ускорение разгона и подставим данные задачи:

$$a = \frac{2S}{t^2} = \frac{2 \cdot 36}{36} = 2 \text{ м/с}^2.$$

**Условие:**

Анализируя вторую поездку по данным программы, Богдан отметил, что разгонялся он в течение 6 с и проехал при этом 36 м, затем 100 с он ехал равномерно, а затем начал тормозить, и от этого момента до полной остановки прошло 4 с. Какой путь проделал Богдан от начала движения до полной остановки? Ответ выразите в метрах, округлите до целых.

**Ответ:** 1260

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

*Решение.*

Расстояние, которое проехал Богдан, складывается из трёх участков:  $S_1$  — расстояние, пройденное при разгоне;  $S_2$  — расстояние, пройденное при равномерном движении;  $S_3$  — расстояние, пройденное при торможении. Пусть  $t_1$  — время разгона до максимальной скорости;  $t_2$  — время

равномерного движения с максимальной скоростью;  $t_3$  — время, за которое Богдан остановился.

Расстояние, пройденное при равномерном движении:

$S_2 = v \cdot t_2$ , где  $v$  — скорость, до которой Богдан разогнался.

Её можно найти из формулы:  $v = a_{\text{разг}} \cdot t_1$ .

А ускорение разгона, в свою очередь, вычисляется так:  $a_{\text{разг}} = \frac{2S_1}{t_1^2}$ .

Теперь, если всё собрать вместе, получим:  $S_2 = \frac{2S_1}{t_1} \cdot t_2$ .

Осталось найти тормозной путь:  $S_3 = \frac{v^2}{2a_{\text{торм}}}$ .

Ускорение торможения можно вычислить по формуле:  $a_{\text{торм}} = \frac{v}{t_3}$ .

Теперь тормозной путь можно выразить следующим образом:

$$S_3 = \frac{v \cdot t_3}{2} = S_1 \cdot \frac{t_3}{t_1}$$

Итоговый путь:

$$\begin{aligned} S &= S_1 + \frac{2S_1}{t_1} \cdot t_2 + S_1 \cdot \frac{t_3}{t_1} = S_1 \left( \frac{t_1 + 2t_2 + t_3}{t_1} \right) = 36 \left( \frac{6 + 2 \cdot 100 + 4}{6} \right) = \\ &= 1260 \text{ м.} \end{aligned}$$

### Условие:

Также по данным программы (из предыдущего вопроса) Богдан сумел вычислить силу, которая действовала на самокат во время торможения. Для этого он измерил на весах собственную массу, которая оказалась равна 54 кг, и массу электросамоката — 22 кг. Чему равна эта сила? Ответ выразите в ньютонах, округлите до целых.

**Ответ:** 228

**Точное совпадение ответа — 4 балла**

**Максимальный балл за задание — 10 баллов**

*Решение.*

Сила, действовавшая на самокат при торможении можно вычислить по второму закону Ньютона:

$$F = a_{\text{торм}}(m_{\text{Б}} + m_{\text{С}}).$$

Если использовать формулы из решения третьего вопроса, то

$a_{\text{торм}} = \frac{2 S_1}{t_1 \cdot t_3}$  и искомая сила равна:

$$F = \frac{2 S_1}{t_1 t_3} (m_{\text{Б}} + m_{\text{С}}) = \frac{2 \cdot 36}{6 \cdot 4} (54 + 22) = 228 \text{ Н.}$$

## Задание № 1.2

---

### Общее условие:

Юный физик Богдан решил прокатиться на электросамокате. Перед поездкой он установил на свой телефон специальную программу для отслеживания пройденного расстояния и времени движения. Программа показала, что в первой поездке он проехал 400 м за 200 с.

### Условие:

Чему равна средняя скорость движения Богдана в первой поездке? Ответ выразите в м/с, округлите до целых.

**Ответ: 2**

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

### Условие:

Во второй поездке программа показала, что на разгон до максимальной скорости из состояния покоя у Богдана ушло 8 с. При этом он проехал 64 м. С каким ускорением разгонялся электросамокат? Движение можно считать равноускоренным. Ответ выразите в м/с<sup>2</sup>, округлите до десятых.

**Ответ: 2.0**

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

### Условие:

Анализируя вторую поездку по данным программы, Богдан отметил, что разгонялся он в течение 8 с и проехал при этом 64 м, затем 80 с он ехал равномерно, а затем начал тормозить, и от этого момента до полной остановки

прошло 6 с. Какой путь проделал Богдан от начала движения до полной остановки? Ответ выразите в метрах, округлите до целых.

**Ответ:** 1392

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Условие:**

Также по данным программы (из предыдущего вопроса) Богдан сумел вычислить силу, которая действовала на самокат во время торможения. Для этого он измерил на весах собственную массу, которая оказалась равна 51 кг, и массу электросамоката — 21 кг. Чему равна эта сила? Ответ выразите в ньютонах, округлите до целых.

**Ответ:** 192

**Точное совпадение ответа — 4 балла**

**Максимальный балл за задание — 10 баллов**

*Решение по аналогии с заданием № 1.1*

### Задание № 1.3

---

**Общее условие:**

Юный физик Богдан решил прокатиться на электросамокате. Перед поездкой он установил на свой телефон специальную программу для отслеживания пройденного расстояния и времени движения. Программа показала, что в первой поездке он проехал 300 м за 50 с.

**Условие:**

Чему равна средняя скорость движения Богдана в первой поездке? Ответ выразите в м/с, округлите до целых.

**Ответ:** 6

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

**Условие:**

Во второй поездке программа показала, что на разгон до максимальной скорости из состояния покоя у Богдана ушло 10 с. При этом он проехал 50 м. С каким ускорением разгонялся электросамокат? Движение можно считать равноускоренным. Ответ выразите в м/с<sup>2</sup>, округлите до десятых.

**Ответ:** 1.0

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Анализируя вторую поездку по данным программы, Богдан отметил, что разгонялся он в течение 10 с и проехал при этом 50 м, затем 150 с он ехал равномерно, а затем начал тормозить, и от этого момента до полной остановки

прошло 5 с. Какой путь проделал Богдан от начала движения до полной остановки? Ответ выразите в метрах, округлите до целых.

**Ответ:** 1575

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Условие:**

Также по данным программы (из предыдущего вопроса) Богдан сумел вычислить силу, которая действовала на самокат во время торможения. Для этого он измерил на весах собственную массу, которая оказалась равна 50 кг, и массу электросамоката — 15 кг. Чему равна эта сила? Ответ выразите в ньютонах, округлите до целых.

**Ответ:** 130

**Точное совпадение ответа — 4 балла**

**Максимальный балл за задание — 10 баллов**

*Решение по аналогии с заданием № 1.1*

## Задание № 1.4

---

### Общее условие:

Юный физик Богдан решил прокатиться на электросамокате. Перед поездкой он установил на свой телефон специальную программу для отслеживания пройденного расстояния и времени движения. Программа показала, что в первой поездке он проехал 500 м за 100 с.

### Условие:

Чему равна средняя скорость движения Богдана в первой поездке? Ответ выразите в м/с, округлите до целых.

**Ответ: 5**

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

### Условие:

Во второй поездке программа показала, что на разгон до максимальной скорости из состояния покоя у Богдана ушло 12 с. При этом он проехал 72 м. С каким ускорением разгонялся электросамокат? Движение можно считать равноускоренным. Ответ выразите в м/с<sup>2</sup>, округлите до десятых.

**Ответ: 1.0**

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

### Условие:

Анализируя вторую поездку по данным программы, Богдан отметил, что разгонялся он в течение 12 с и проехал при этом 72 м, затем 90 с он ехал равномерно, а затем начал тормозить, и от этого момента до полной остановки

прошло 10 с. Какой путь проделал Богдан от начала движения до полной остановки? Ответ выразите в метрах, округлите до целых.

**Ответ:** 1212

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Условие:**

Также по данным программы (из предыдущего вопроса) Богдан сумел вычислить силу, которая действовала на самокат во время торможения. Для этого он измерил на весах собственную массу, которая оказалась равна 60 кг, и массу электросамоката — 30 кг. Чему равна эта сила? Ответ выразите в ньютонах, округлите до целых.

**Ответ:** 108

**Точное совпадение ответа — 4 балла**

**Максимальный балл за задание — 10 баллов**

*Решение по аналогии с заданием № 1.1*

## Задание № 2.1

---

### Общее условие:

Талгат случайно увидел аккумулятор внутри своей игрушки (см. рисунок).



Он хорошо знал английский язык и понял, что V — вольты, а mAh — миллиампер·час — ёмкость аккумулятора. Ёмкость аккумулятора — эквивалент заряда, который аккумулятор может выдать в цепь при постоянном напряжении в случае разряда малыми токами. Ёмкость может быть вычислена как произведение тока через аккумулятор на время его работы.

### Условие:

Какое напряжение покажет идеальный вольтметр, подключённый к аккумулятору? Ответ выразите в вольтах, округлите до десятых.

**Ответ:** 7.4

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

*Решение.*

Вольтметр покажет номинальное напряжение — 7.4 В.

**Условие:**

Сколько времени проработает аккумулятор, если разряжать его током 10 мА? Ответ выразите в часах, округлите до целых.

**Ответ:** 120**Точное совпадение ответа — 2 балла***Решение.*

Чтобы найти время работы нужно емкость аккумулятора разделить на ток (ток 10 мА — можно считать малым):  $t = 1200 \text{ мАч} : 10 \text{ мА} = 120 \text{ ч}$ .

**Условие:**

Какую энергию отдаёт аккумулятор в идеальном случае, когда разряжается от полной зарядки до 50 %? Ответ выразите в килоджоулях, округлите до десятых.

**Ответ:** засчитывается в диапазоне [15.9; 16.1]**Точное совпадение ответа — 3 балла***Решение.*

Энергия — это напряжение умножить на силу тока и на время, т.е.:

$$W = 0.5 \cdot 7.4 \text{ В} \cdot 1200 \text{ мА} \cdot \text{ч} = 0.5 \cdot 7.4 \text{ В} \cdot 1.2 \text{ А} \cdot 3600 \text{ с} = \\ = 7.4 \cdot 3.6 \cdot 0.6 \text{ кДж} = 16.0 \text{ кДж}.$$

**Условие:**

При зарядке используется зарядное устройство, выдающее максимальный ток 2 А. Сколько времени потребуется, чтобы полностью зарядить аккумулятор, разряженный до 20 % от максимального заряда? Считайте,

что зарядка происходит на максимальном токе. Ответ выразите в минутах, округлите до десятых.

**Ответ:** засчитывается в диапазоне [28.7; 28.9]

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Максимальный балл за задание — 10 баллов**

*Решение.*

Ток зарядки восполняет заряд аккумулятора, поэтому время заряда равно:

$$t_1 = 0.8 \cdot 1200 \text{ мА} \cdot \text{ч} : 2 \text{ А} = 0.48 \text{ ч} = 28.8 \text{ мин.}$$

## Задание № 2.2

---

### Общее условие:

Талгат случайно увидел аккумулятор внутри своей игрушки (см. рисунок).



Он хорошо знал английский язык и понял, что  $V$  — вольты, а  $mAh$  — миллиампер·час — ёмкость аккумулятора. Ёмкость аккумулятора — эквивалент заряда, который аккумулятор может выдать в цепь при постоянном напряжении в случае разряда малыми токами. Ёмкость может быть вычислена как произведение тока через аккумулятор на время его работы.

### Условие:

Какое напряжение покажет идеальный вольтметр, подключённый к аккумулятору? Ответ выразите в вольтах, округлите до десятых.

**Ответ:** 7.4

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

### Условие:

Сколько времени проработает аккумулятор, если разряжать его током 10 мА? Ответ выразите в часах, округлите до целых.

**Ответ:** 200

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

Какую энергию отдаёт аккумулятор в идеальном случае, когда разряжается от полной зарядки до 50 %? Ответ выразите в килоджоулях, округлите до десятых.

**Ответ:** засчитывается в диапазоне [26.5; 26.7]

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Условие:**

При зарядке используется зарядное устройство, выдающее максимальный ток 2 А. Сколько времени потребуется, чтобы полностью зарядить аккумулятор, разряженный до 20 % от максимального заряда? Считайте, что зарядка происходит на максимальном токе. Ответ выразите в минутах, округлите до десятых.

**Ответ:** засчитывается в диапазоне [47.9; 48.1]

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Максимальный балл за задание — 10 баллов**

*Решение по аналогии с заданием № 2.1*

### Задание № 2.3

---

#### Общее условие:

Талгат случайно увидел аккумулятор внутри своей игрушки (см. рисунок).



Он хорошо знал английский язык и понял, что  $V$  — вольты, а  $mAh$  — миллиампер час — ёмкость аккумулятора. Ёмкость аккумулятора — эквивалент заряда, который аккумулятор может выдать в цепь при постоянном напряжении в случае разряда малыми токами. Ёмкость может быть вычислена как произведение тока через аккумулятор на время его работы.

#### Условие:

Какое напряжение покажет идеальный вольтметр, подключённый к аккумулятору? Ответ выразите в вольтах, округлите до десятых.

**Ответ:** 3.7

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

#### Условие:

Сколько времени проработает аккумулятор, если разряжать его током  $10\text{ mA}$ ? Ответ выразите в часах, округлите до целых.

**Ответ:** 65

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

Какую энергию отдаёт аккумулятор в идеальном случае, когда разряжается от полной зарядки до 50 %? Ответ выразите в килоджоулях, округлите до десятых.

**Ответ:** засчитывается в диапазоне [4.2; 4.4]

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Условие:**

При зарядке используется зарядное устройство, выдающее максимальный ток 2 А. Сколько времени потребуется, чтобы полностью зарядить аккумулятор, разряженный до 20 % от максимального заряда? Считайте, что зарядка происходит на максимальном токе. Ответ выразите в минутах, округлите до десятых.

**Ответ:** засчитывается в диапазоне [15.5; 15.7]

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Максимальный балл за задание — 10 баллов**

*Решение по аналогии с заданием № 2.1*

## Задание № 2.4

---

### Общее условие:

Талгат случайно увидел аккумулятор внутри своей игрушки (см. рисунок).



Он хорошо знал английский язык и понял, что  $V$  — вольты, а  $mAh$  — миллиампер·час — ёмкость аккумулятора. Ёмкость аккумулятора — эквивалент заряда, который аккумулятор может выдать в цепь при постоянном напряжении в случае разряда малыми токами. Ёмкость может быть вычислена как произведение тока через аккумулятор на время его работы.

### Условие:

Какое напряжение покажет идеальный вольтметр, подключённый к аккумулятору? Ответ выразите в вольтах, округлите до десятых.

**Ответ:** 3.7

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

### Условие:

Сколько времени проработает аккумулятор, если разряжать его током 10 мА? Ответ выразите в часах, округлите до целых.

**Ответ:** 10

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

Какую энергию отдаёт аккумулятор в идеальном случае, когда разряжается от полной зарядки до 50 %? Ответ выразите в килоджоулях, округлите до десятых.

**Ответ:** засчитывается в диапазоне [0.6; 0.7]

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Условие:**

При зарядке используется зарядное устройство, выдающее максимальный ток 2 А. Сколько времени потребуется, чтобы полностью зарядить аккумулятор, разряженный до 20 % от максимального заряда? Считайте, что зарядка происходит на максимальном токе. Ответ выразите в минутах, округлите до десятых.

**Ответ:** засчитывается в диапазоне [2.3; 2.5]

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Максимальный балл за задание — 10 баллов**

*Решение по аналогии с заданием № 2.1*

### Задание № 3.1

---

#### Общее условие:

Десятиклассник Феликс изучал в школьной лаборатории процессы теплообмена. Для этого он взял банку с водой температурой  $t_0 = 20^\circ\text{C}$  и в эту воду опустил твёрдый стержень температурой  $t_1 = 5^\circ\text{C}$ . Известно, что теплообмен осуществлялся только между водой и стержнем. Теплопотерь нет. Удельная теплоёмкость воды  $c_{\text{в}} = 4200 \text{ Дж/кг} \cdot ^\circ\text{C}$ , удельная теплоёмкость материала стержня  $c_{\text{ст}} = 640 \text{ Дж/кг} \cdot ^\circ\text{C}$ .

#### Условие:

Что будет происходить с водой сразу после контакта со стержнем?

#### Ответ:

- Охлаждение
- Нагрев
- Кристаллизация
- Кипение

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

*Решение.*

Так как вода в начальный момент контактирует с холодным телом, то она будет отдавать тепло и остывать.

#### Условие:

Известно, что через 60 секунд температура воды оказалась равной  $t_2 = 18^\circ\text{C}$ , а стержня —  $t_3 = 7^\circ\text{C}$ . Определите отношение массы воды к массе стержня. Ответ округлите до сотых.

**Ответ:** засчитывается в диапазоне [0.14; 0.16]

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

*Решение.*

Теплота, отдаваемая водой:  $Q_1 = c_B m_B \Delta T_B = 4200 \cdot m_B \cdot (20 - 18)$ .

Теплота, получаемая стержнем:  $Q_2 = c_{CT} m_{CT} \Delta T_{CT} = 640 \cdot m_{CT} \cdot (7 - 5)$ .

С учетом того, что  $Q_1 = Q_2$ , получаем:

$$\frac{m_B}{m_{CT}} = \frac{640}{4200} = 0.15.$$

**Условие:**

Если бы изначально Феликс поместил бы в банку с водой два таких одинаковых стержня, то какой оказалась бы температура воды к моменту, когда стержни нагрелись бы до  $t_3 = 7^\circ\text{C}$ ? Ответ выразите в градусах Цельсия, округлите до десятых.

**Ответ:** 16.0

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

*Решение.*

Уравнение теплообмена в данном случае:  $Q_1 = Q_2$ ,

$$\text{ИЛИ } c_B m_B \Delta T_B = c_{CT} 2m_{CT} \Delta T_{CT}.$$

Так как температура стержня опять изменилась на ту же величину, то изменение температуры воды будет в два раза больше по сравнению с исходным.

Получаем, что  $\Delta T_B = 4^\circ\text{C}$ . Следовательно, конечная температура воды:

$$T = 20 - 4 = 16^\circ\text{C}.$$

**Условие:**

Какую конечную температуру зафиксировал бы Феликс в своём эксперименте с одним стержнем, если бы все линейные размеры исходного стержня уменьшили в два раза? Ответ выразите в градусах Цельсия, округлите до десятых.

**Ответ:** засчитывается в диапазоне [18.2; 18.4]

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Максимальный балл за задание — 10 баллов**

*Решение.*

Если линейные размеры тела уменьшили в 2 раза, то его объем уменьшится в 8 раз, значит и масса уменьшится в 8 раз.

Уравнение теплообмена в данном случае:

$$Q_1 = Q_2.$$

$$c_B m_B \Delta T_B = c_{CT} \left( \frac{m_{CT}}{8} \right) \Delta T.$$

$$c_B m_B (20 - T) = c_{CT} \left( \frac{m_{CT}}{8} \right) (T - 5).$$

$$4200 \cdot 0.15 \cdot (20 - T) = 640 \cdot \frac{1}{8} \cdot (T - 5).$$

Откуда конечная температура равна:  $T = 18.3 \text{ }^\circ\text{C}$ .

### Задание № 3.2

---

#### Общее условие:

Десятиклассник Феликс изучал в школьной лаборатории процессы теплообмена. Для этого он взял банку с водой температурой  $t_0 = 25^\circ\text{C}$  и в эту воду опустил твёрдый стержень температурой  $t_1 = 3^\circ\text{C}$ . Известно, что теплообмен осуществлялся только между водой и стержнем. Теплопотерь нет. Удельная теплоёмкость воды  $c_{\text{в}} = 4200 \text{ Дж/кг} \cdot ^\circ\text{C}$ , удельная теплоёмкость материала стержня  $c_{\text{ст}} = 329 \text{ Дж/кг} \cdot ^\circ\text{C}$ .

#### Условие:

Что будет происходить с водой сразу после контакта со стержнем?

#### Ответ:

- Охлаждение
- Нагрев
- Кристаллизация
- Кипение

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

#### Условие:

Известно, что через 55 секунд температура воды оказалась равной  $t_2 = 22^\circ\text{C}$ , а стержня —  $t_3 = 15^\circ\text{C}$ . Определите отношение массы воды к массе стержня. Ответ округлите до сотых.

**Ответ:** засчитывается в диапазоне [0.30; 0.32]

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Если бы изначально Феликс поместил бы в банку с водой два таких одинаковых стержня, то какой оказалась бы температура воды к моменту, когда стержни нагрелись бы до  $t_3 = 15^\circ\text{C}$ ? Ответ выразите в градусах Цельсия, округлите до десятых.

**Ответ:** 19.0**Точное совпадение ответа — 3 балла****Условие:**

Какую конечную температуру зафиксировал бы Феликс в своём эксперименте с одним стержнем, если бы все линейные размеры исходного стержня уменьшили в полтора раза? Ответ выразите в градусах Цельсия, округлите до десятых.

**Ответ:** засчитывается в диапазоне [23.4; 23.5]**Точное совпадение ответа — 3 балла****Максимальный балл за задание — 10 баллов***Решение по аналогии с заданием № 3.1*

### Задание № 3.3

---

#### Общее условие:

Десятиклассник Феликс изучал в школьной лаборатории процессы теплообмена. Для этого он взял банку с водой температурой  $t_0 = 20^\circ\text{C}$  и в эту воду опустил твёрдый стержень температурой  $t_1 = 50^\circ\text{C}$ . Известно, что теплообмен осуществлялся только между водой и стержнем. Теплопотерь нет. Удельная теплоёмкость воды  $c_v = 4200 \text{ Дж/кг} \cdot ^\circ\text{C}$ , удельная теплоёмкость материала стержня  $c_{\text{ст}} = 1984 \text{ Дж/кг} \cdot ^\circ\text{C}$ .

#### Условие:

Что будет происходить с водой сразу после контакта со стержнем?

#### Ответ:

- Охлаждение
- Нагрев
- Кристаллизация
- Кипение

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

#### Условие:

Известно, что через 55 секунд температура воды оказалась равной  $t_2 = 25^\circ\text{C}$ , а стержня —  $t_3 = 45^\circ\text{C}$ . Определите отношение массы воды к массе стержня. Ответ округлите до сотых.

**Ответ:** засчитывается в диапазоне [0.46; 0.48]

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Если бы изначально Феликс поместил бы в банку с водой два таких одинаковых стержня, то какой оказалась бы температура воды к моменту, когда стержни нагрелись бы до  $t_3 = 45^\circ\text{C}$ ? Ответ выразите в градусах Цельсия, округлите до десятых.

**Ответ:** 30.0**Точное совпадение ответа — 3 балла****Условие:**

Какую конечную температуру зафиксировал бы Феликс в своём эксперименте с одним стержнем, если бы все линейные размеры исходного стержня уменьшили в три раза? Ответ выразите в градусах Цельсия, округлите до десятых.

**Ответ:** засчитывается в диапазоне [21.0; 21.2]**Точное совпадение ответа — 3 балла****Максимальный балл за задание — 10 баллов***Решение по аналогии с заданием № 3.1*

### Задание № 3.4

---

#### Общее условие:

Десятиклассник Феликс изучал в школьной лаборатории процессы теплообмена. Для этого он взял банку с водой температурой  $t_0 = 25^\circ\text{C}$  и в эту воду опустил твёрдый стержень температурой  $t_1 = 65^\circ\text{C}$ . Известно, что теплообмен осуществлялся только между водой и стержнем. Теплопотерь нет. Удельная теплоёмкость воды  $c_{\text{в}} = 4200 \text{ Дж/кг} \cdot ^\circ\text{C}$ , удельная теплоёмкость материала стержня  $c_{\text{ст}} = 820 \text{ Дж/кг} \cdot ^\circ\text{C}$ .

#### Условие:

Что будет происходить с водой сразу после контакта со стержнем?

#### Ответ:

- Охлаждение
- Нагрев
- Кристаллизация
- Кипение

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

#### Условие:

Известно, что через 65 секунд температура воды оказалась равной  $t_2 = 27^\circ\text{C}$ , а стержня —  $t_3 = 30^\circ\text{C}$ . Определите отношение массы воды к массе стержня. Ответ округлите до сотых.

**Ответ:** засчитывается в диапазоне [3.41; 3.43]

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Если бы изначально Феликс поместил бы в банку с водой два таких одинаковых стержня, то какой оказалась бы температура воды к моменту, когда стержни нагрелись бы до  $t_3 = 30^\circ\text{C}$ ? Ответ выразите в градусах Цельсия, округлите до десятых.

**Ответ:** 29.0**Точное совпадение ответа — 3 балла****Условие:**

Какую конечную температуру зафиксировал бы Феликс в своём эксперименте с одним стержнем, если бы все линейные размеры исходного стержня уменьшили в 2.5 раза? Ответ выразите в градусах Цельсия, округлите до десятых.

**Ответ:** засчитывается в диапазоне [25.0; 25.2]**Точное совпадение ответа — 3 балла****Максимальный балл за задание — 10 баллов***Решение по аналогии с заданием № 3.1*

## Разбор заданий школьного этапа ВсОШ по физике

для 11 класса

2023/24 учебный год

Максимальное количество баллов — 30

### Задание № 1.1

---

#### Общее условие:

Легковой автомобиль массой  $m = 1500$  кг разгоняется из состояния покоя с постоянным ускорением  $a = 2$  м/с<sup>2</sup>. КПД автомобильного двигателя (коэффициент преобразования тепловой энергии сгорания бензина в механическую) считать постоянным и равным  $\eta = 30$  %. Сопротивлением воздуха можно пренебречь. Удельная теплота сгорания бензина  $q = 46$  МДж/кг.

#### Условие:

Как изменяется расход бензина в процессе разгона по мере увеличения скорости автомобиля?

#### Ответ:

- Постоянно увеличивается
- Остаётся постоянным
- Уменьшается
- Сначала увеличивается, затем остаётся постоянным
- Расход бензина максимален в начале разгона

Точное совпадение ответа — 2 балла

**Условие:**

Чему будет равна механическая мощность двигателя через 10 секунд? Ответ выразите в киловаттах, округлите до целых.

**Ответ:** 60**Точное совпадение ответа — 2 балла****Условие:**

Чему будет равен расход бензина через 5 секунд разгона? Ответ выразите в г/с, округлите до десятых.

**Ответ:** засчитывается в диапазоне [2; 2.3]**Точное совпадение ответа — 3 балла****Условие:**

Предположим, что максимальный расход бензина ограничен конструкцией двигателя и не превышает 6 г/с. Определите время, в течение которого автомобиль сможет разогнаться с ускорением  $a = 2 \text{ м/с}^2$ . Ответ выразите в секундах, округлите до десятых.

**Ответ:** засчитывается в диапазоне [13.7; 13.9]**Точное совпадение ответа — 3 балла****Максимальный балл за задание — 10 баллов***Решение.*

Мгновенная механическая мощность  $N$ , которую развивает двигатель автомобиля, определяется выражением  $N = Fv = mav$ . При равноускоренном движении  $v = at$ , отсюда выражение для мощности:  $N = ma^2t$ .

Расход бензина в единицу времени прямо пропорционален мощности, развиваемой двигателем автомобиля. Поэтому при разгоне автомобиля расход бензина постоянно увеличивается. Это ответ на первый вопрос задачи.

Для ответа на второй вопрос подставим в полученное выражение для механической мощности численные значения:

$$N = ma^2t = 1500 \cdot 2^2 \cdot 10 \text{ Вт} = 60 \text{ кВт.}$$

Работа двигателя автомобиля  $A$  совершается за счёт преобразования тепловой энергии сгорания бензина  $Q$  в механическую  $A = \eta Q$ . За малый промежуток времени  $\Delta t$  при сгорании массы бензина  $\Delta m$  выделяется количество теплоты  $\Delta Q = q\Delta m$ . Связь мгновенной механической мощности, которую развивает двигатель с расходом бензина в единицу времени определяется выражением:

$$N = \frac{\Delta A}{\Delta t} = \frac{\eta \Delta Q}{\Delta t} = \frac{\eta q \Delta m}{\Delta t}$$

Отсюда связь расхода бензина в единицу времени  $\frac{\Delta m}{\Delta t}$  с мощностью двигателя и временем разгона:

$$\frac{\Delta m}{\Delta t} = \frac{N}{\eta q} = \frac{ma^2t}{\eta q}.$$

Через 5 секунд:

$$\frac{\Delta m}{\Delta t} = \frac{ma^2t}{\eta q} = \frac{1500 \cdot 2^2 \cdot 5 \text{ кг}}{0.3 \cdot 46 \cdot 10^6 \text{ с}} \approx 2.2 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{с}}.$$

Это ответ на третий вопрос задачи.

При заданном ограничении на расход бензина (четвертый вопрос) из предыдущего выражения получаем выражение для времени разгона с заданным ускорением:

$$t = \frac{\eta q}{ma^2} \frac{\Delta m}{\Delta t} = \frac{0.3 \cdot 46 \cdot 10^6}{1500 \cdot 2^2} \cdot 2.2 \cdot 10^{-3} = 13.8 \text{ сек.}$$

## Задание № 1.2

---

### Общее условие:

Легковой автомобиль массой  $m = 1200$  кг разгоняется из состояния покоя с постоянным ускорением  $a = 2.5$  м/с<sup>2</sup>. КПД автомобильного двигателя (коэффициент преобразования тепловой энергии сгорания бензина в механическую) считать постоянным и равным  $\eta = 35$  %. Сопротивлением воздуха можно пренебречь. Удельная теплота сгорания бензина  $q = 46$  МДж/кг.

### Условие:

Как изменяется расход бензина в процессе разгона по мере увеличения скорости автомобиля?

### Ответ:

- Постоянно увеличивается
- Остаётся постоянным
- Уменьшается
- Сначала увеличивается, затем остаётся постоянным
- Расход бензина максимален в начале разгона

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

### Условие:

Чему будет равна механическая мощность двигателя через 9 секунд? Ответ выразите в киловаттах, округлите до десятых.

**Ответ:** засчитывается в диапазоне [67.4; 67.6]

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Чему будет равен расход бензина через 8 секунд разгона? Ответ выразите в г/с, округлите до десятых.

**Ответ:** засчитывается в диапазоне [3.6; 3.8]

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Условие:**

Предположим, что максимальный расход бензина ограничен конструкцией двигателя и не превышает 5 г/с. Определите время, в течение которого автомобиль сможет разогнаться с ускорением  $a = 2.5 \text{ м/с}^2$ . Ответ выразите в секундах, округлите до десятых.

**Ответ:** засчитывается в диапазоне [10.6; 10.8]

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Максимальный балл за задание — 10 баллов**

*Решение по аналогии с заданием № 1.1*

### Задание № 1.3

---

#### Общее условие:

Легковой автомобиль массой  $m = 1750$  кг разгоняется из состояния покоя с постоянным ускорением  $a = 3$  м/с<sup>2</sup>. КПД автомобильного двигателя (коэффициент преобразования тепловой энергии сгорания бензина в механическую) считать постоянным и равным  $\eta = 36$  %. Сопротивлением воздуха можно пренебречь. Удельная теплота сгорания бензина  $q = 46$  МДж/кг.

#### Условие:

Как изменяется расход бензина в процессе разгона по мере увеличения скорости автомобиля?

#### Ответ:

- Постоянно увеличивается
- Остаётся постоянным
- Уменьшается
- Сначала увеличивается, затем остаётся постоянным
- Расход бензина максимален в начале разгона

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

#### Условие:

Чему будет равна механическая мощность двигателя через 10 секунд? Ответ выразите в киловаттах, округлите до десятых.

**Ответ:** засчитывается в диапазоне [157.4; 157.6]

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Чему будет равен расход бензина через 10 секунд разгона? Ответ выразите в г/с, округлите до десятых.

**Ответ:** засчитывается в диапазоне [9.4; 9.6]

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Условие:**

Предположим, что максимальный расход бензина ограничен конструкцией двигателя и не превышает 8 г/с. Определите время, в течение которого автомобиль сможет разогнаться с ускорением  $a = 3 \text{ м/с}^2$ . Ответ выразите в секундах, округлите до десятых.

**Ответ:** засчитывается в диапазоне [8.3; 8.5]

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Максимальный балл за задание — 10 баллов**

*Решение по аналогии с заданием № 1.1*

## Задание № 1.4

---

### Общее условие:

Легковой автомобиль массой  $m = 1250$  кг разгоняется из состояния покоя с постоянным ускорением  $a = 2.5$  м/с<sup>2</sup>. КПД автомобильного двигателя (коэффициент преобразования тепловой энергии сгорания бензина в механическую) считать постоянным и равным  $\eta = 38$  %. Сопротивлением воздуха можно пренебречь. Удельная теплота сгорания бензина  $q = 46$  МДж/кг.

### Условие:

Как изменяется расход бензина в процессе разгона по мере увеличения скорости автомобиля?

### Ответ:

- Постоянно увеличивается
- Остаётся постоянным
- Уменьшается
- Сначала увеличивается, затем остаётся постоянным
- Расход бензина максимален в начале разгона

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

### Условие:

Чему будет равна механическая мощность двигателя через 5 секунд? Ответ выразите в киловаттах, округлите до десятых.

**Ответ:** засчитывается в диапазоне [38.9; 39.2]

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Чему будет равен расход бензина через 8 секунд разгона? Ответ выразите в г/с, округлите до десятых.

**Ответ:** засчитывается в диапазоне [3.4; 3.8]

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Условие:**

Предположим, что максимальный расход бензина ограничен конструкцией двигателя и не превышает 5 г/с. Определите время, в течение которого автомобиль сможет разогнаться с ускорением  $a = 2.5 \text{ м/с}^2$ . Ответ выразите в секундах, округлите до десятых.

**Ответ:** засчитывается в диапазоне [11; 11.4]

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Максимальный балл за задание — 10 баллов**

*Решение по аналогии с заданием № 1.1*

## Задание № 2.1

### Общее условие:

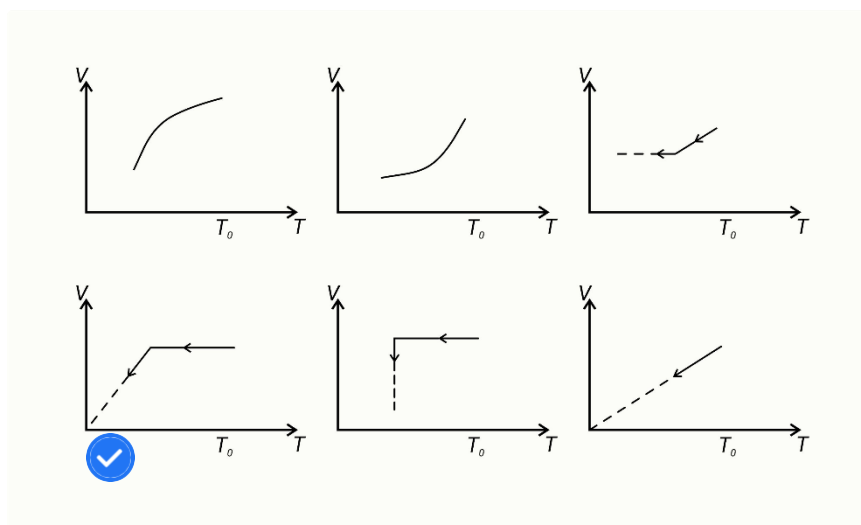
В горизонтально расположенном цилиндрическом сосуде с площадью поперечного сечения  $S = 10 \text{ см}^2$  находится водород, отделённый от атмосферы подвижным поршнем (см. рисунок). При движении поршня на него действует постоянная сила трения  $F = 10 \text{ Н}$ . Первоначально давление внутри сосуда равно атмосферному давлению  $P_0 = 10^5 \text{ Па}$ , температура водорода  $T_0 = 300 \text{ К}$ . Температуру водорода начинают медленно уменьшать.



### Условие:

Какой из графиков верно описывает зависимость объёма водорода от его температуры в этой системе?

### Ответ:



Точное совпадение ответа — 2 балла

**Условие:**

При какой температуре поршень придёт в движение? Ответ выразите в градусах Кельвина, округлите до целых.

**Ответ:** 270

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

При какой температуре объём водорода уменьшится на 20 % по сравнению с первоначальным? Ответ выразите в градусах Кельвина, округлите до целых.

**Ответ:** засчитывается в диапазоне [215; 217]

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Условие:**

После охлаждения водорода до температуры, при которой его объём уменьшился на 20 % по сравнению с первоначальным, водород начинают нагревать. При какой температуре объём водорода сравняется с первоначальным? Ответ выразите в градусах Кельвина, округлите до целых.

**Ответ:** засчитывается в диапазоне [329; 331]

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Максимальный балл за задание — 10 баллов**

*Решение.*

При уменьшении температуры давление водорода в сосуде  $P$  начинает уменьшаться. При этом величина силы, действующей на поршень справа со

стороны атмосферы  $F_{\text{ат}} = P_0 S$ , оказывается больше, чем сила давления водорода слева  $F_{\text{в}} = PS$ . Однако сначала движению поршня влево мешает сила трения, и объём сосуда не меняется до момента, пока сумма сил трения и давления водорода не станет равна силе давления со стороны атмосферы, то есть пока не будет выполняться условие:

$$PS + F = P_0 S.$$

$$P = P_0 - \frac{F}{S} \quad (1)$$

С этого момента поршень перемещается влево так, чтобы выполнялось условие (1), а давление в сосуде оставалось постоянным. Из уравнения состояния для водорода:

$$\frac{PV}{T} = \frac{P_0 V_0}{T_0}.$$

Учитывая (1), получаем:

$$\frac{V}{V_0} = \frac{P_0}{P_0 - \frac{F}{S}} \cdot \frac{T}{T_0} \quad (2)$$

Таким образом, при уменьшении температуры объём под поршнем сначала не меняется, затем уменьшается прямо пропорционально температуре. Указанным закономерностям соответствует график г) (вопрос 1).

Поршень начинает двигаться при выполнении условия (1), при этом из уравнения состояния  $P = P_0 \cdot \frac{T}{T_0}$ . Отсюда:

$$T = \frac{P_0 - \frac{F}{S}}{P_0} \cdot T_0 = 270 \text{ К.}$$

Это ответ на второй вопрос задачи.

Для ответа на третий вопрос достаточно из выражения (2) выразить  $\frac{T}{T_0}$ :

$$\frac{T}{T_0} = \frac{P_0 - \frac{F}{S}}{P_0} \cdot \frac{V}{V_0}.$$

Подставляя численные значения, получаем, что при  $\frac{V}{V_0} = 0.8$  отношение

$$\frac{T}{T_0} = 0.72, \text{ а } T = 216 \text{ К.}$$

После того как температуру вновь начинают увеличивать (вопрос 4), поршень приходит в движение при условии  $F_B = F_{\text{ат}} + F$ , так как направление силы трения меняется на противоположное. При этом давление в сосуде  $P = P_0 + \frac{F}{S}$ , а для отношения температур справедливо:

$$\frac{T}{T_0} = \frac{P_0 + \frac{F}{S}}{P_0} \cdot \frac{V}{V_0}.$$

При  $V = V_0$  получаем  $T = 330 \text{ К.}$

## Задание № 2.2

### Общее условие:

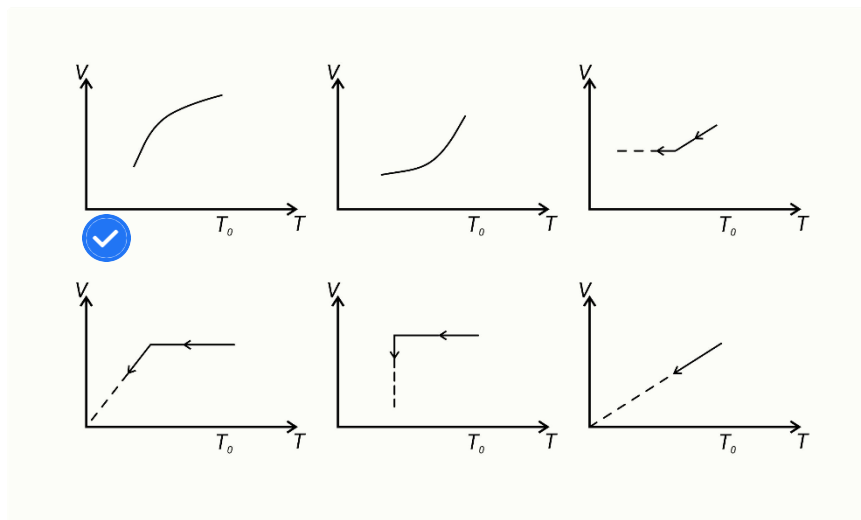
В горизонтально расположенном цилиндрическом сосуде с площадью поперечного сечения  $S = 20 \text{ см}^2$  находится водород, отделённый от атмосферы подвижным поршнем (см. рисунок). При движении поршня на него действует постоянная сила трения  $F = 30 \text{ Н}$ . Первоначально давление внутри сосуда равно атмосферному давлению  $P_0 = 10^5 \text{ Па}$ , температура водорода  $T_0 = 280 \text{ К}$ . Температуру водорода начинают медленно уменьшать.



### Условие:

Какой из графиков верно описывает зависимость объёма водорода от его температуры в этой системе?

### Ответ:



Точное совпадение ответа — 2 балла

**Условие:**

При какой температуре поршень придёт в движение? Ответ выразите в градусах Кельвина, округлите до целых.

**Ответ:** засчитывается в диапазоне [236; 240]

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

При какой температуре объём водорода уменьшится на 10 % по сравнению с первоначальным? Ответ выразите в градусах Кельвина, округлите до целых.

**Ответ:** засчитывается в диапазоне [213; 215]

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Условие:**

После охлаждения водорода до температуры, при которой его объём уменьшился на 20 % по сравнению с первоначальным, водород начинают нагревать. При какой температуре объём водорода сравняется с первоначальным? Ответ выразите в градусах Кельвина, округлите до целых.

**Ответ:** засчитывается в диапазоне [320; 324]

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Максимальный балл за задание — 10 баллов**

*Решение по аналогии с заданием № 2.1*

### Задание № 2.3

#### Общее условие:

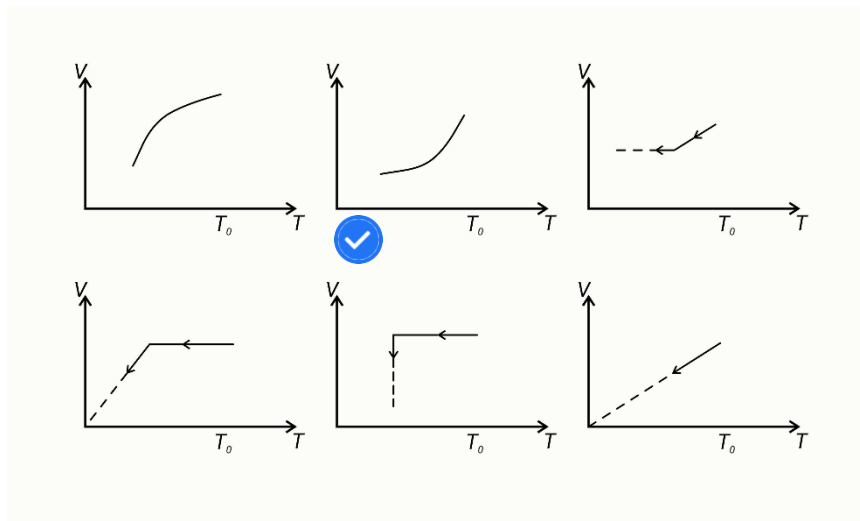
В горизонтально расположенном цилиндрическом сосуде с площадью поперечного сечения  $S = 10 \text{ см}^2$  находится водород, отделённый от атмосферы подвижным поршнем (см. рисунок). При движении поршня на него действует постоянная сила трения  $F = 10 \text{ Н}$ . Первоначально давление внутри сосуда равно атмосферному давлению  $P_0 = 10^5 \text{ Па}$ , температура водорода  $T_0 = 300 \text{ К}$ . Температуру водорода начинают медленно уменьшать.



#### Условие:

Какой из графиков верно описывает зависимость объёма водорода от его температуры в этой системе?

#### Ответ:



Точное совпадение ответа — 2 балла

**Условие:**

При какой температуре поршень придёт в движение? Ответ выразите в градусах Кельвина, округлите до целых.

**Ответ:** засчитывается в диапазоне [263; 265]

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

При какой температуре объём водорода уменьшится на 15 % по сравнению с первоначальным? Ответ выразите в градусах Кельвина, округлите до целых.

**Ответ:** засчитывается в диапазоне [222; 226]

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Условие:**

После охлаждения водорода до температуры, при которой его объём уменьшился на 20 % по сравнению с первоначальным, водород начинают нагревать. При какой температуре объём водорода сравняется с первоначальным? Ответ выразите в градусах Кельвина, округлите до целых.

**Ответ:** засчитывается в диапазоне [395; 397]

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Максимальный балл за задание — 10 баллов**

*Решение по аналогии с заданием № 2.1*

### Задание № 2.4

#### Общее условие:

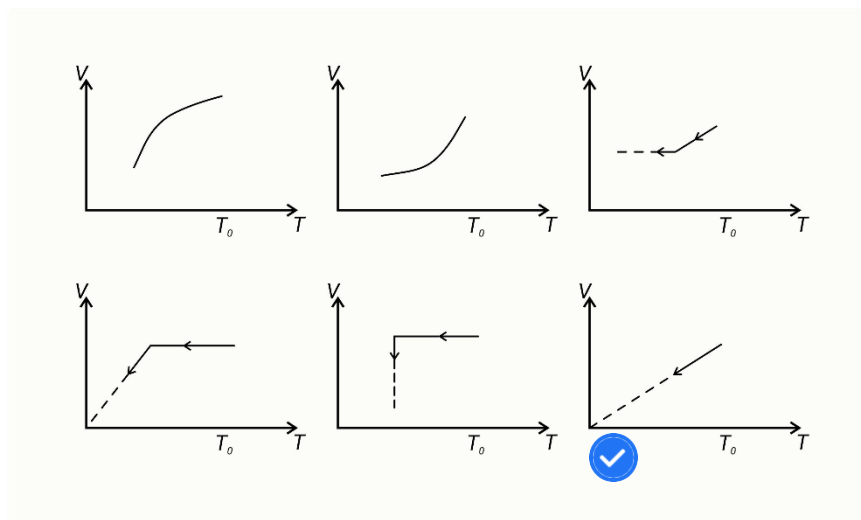
В горизонтально расположенном цилиндрическом сосуде с площадью поперечного сечения  $S = 10 \text{ см}^2$  находится водород, отделённый от атмосферы подвижным поршнем (см. рисунок). При движении поршня на него действует постоянная сила трения  $F = 10 \text{ Н}$ . Первоначально давление внутри сосуда равно атмосферному давлению  $P_0 = 10^5 \text{ Па}$ , температура водорода  $T_0 = 300 \text{ К}$ . Температуру водорода начинают медленно уменьшать.



#### Условие:

Какой из графиков верно описывает зависимость объёма водорода от его температуры в этой системе?

#### Ответ:



Точное совпадение ответа — 2 балла

**Условие:**

При какой температуре поршень придёт в движение? Ответ выразите в градусах Кельвина, округлите до целых.

**Ответ:** засчитывается в диапазоне [239; 241]

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

При какой температуре объём водорода уменьшится на 5 % по сравнению с первоначальным? Ответ выразите в градусах Кельвина, округлите до целых.

**Ответ:** засчитывается в диапазоне [227; 229]

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Условие:**

После охлаждения водорода до температуры, при которой его объём уменьшился на 20 % по сравнению с первоначальным, водород начинают нагревать. При какой температуре объём водорода сравняется с первоначальным? Ответ выразите в градусах Кельвина, округлите до целых.

**Ответ:** засчитывается в диапазоне [398; 402]

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Максимальный балл за задание — 10 баллов**

*Решение по аналогии с заданием № 2.1*

### Задание № 3.1

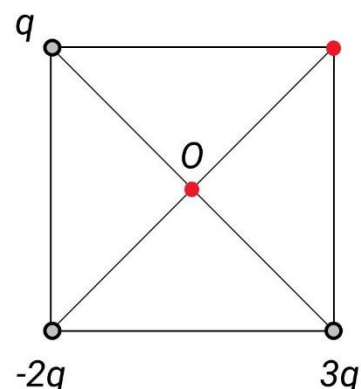
#### Общее условие:

Три неподвижных точечных заряда находятся в трёх вершинах квадрата со стороной  $a = 1.5$  м.

Величины зарядов показаны на рисунке

( $q = 1 \cdot 10^{-9}$  Кл). Постоянная закона Кулона

$k = 9 \cdot 10^9$  Н·м<sup>2</sup>/Кл<sup>2</sup>.



#### Условие:

Как направлен вектор напряжённости электростатического поля  $\vec{E}$  в точке пересечения диагоналей квадрата (в точке  $O$ )?

#### Ответ:

- Вправо
- Влево
- Вверх
- Вниз
- $E = 0$

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

#### Условие:

Определите величину модуля напряжённости электростатического поля в точке  $O$ . Ответ выразите в В/м, округлите до десятых.

**Ответ:** засчитывается в диапазоне [22.4; 22.7]

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Определите величину потенциала  $\phi$  в четвёртой вершине квадрата. Ответ выразите в вольтах с учётом знака, округлите до десятых.

**Ответ:** засчитывается в диапазоне [15.4; 15.6]

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Условие:**

Какой по величине точечный заряд  $Q$  надо разместить в четвёртой вершине квадрата, чтобы сила, действующая на заряд  $-2q$ , стала минимальной? Ответ выразите в нанокюлонах с учётом знака, округлите до десятых (приставка «нано» означает  $10^{-9}$ ).

**Ответ:** засчитывается в диапазоне [-5.7; -5.6]

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Максимальный балл за задание — 10 баллов**

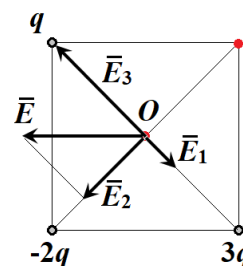
*Решение.*

Точка  $O$  равноудалена от зарядов, поэтому величина вектора напряжённости электростатического поля от каждого из зарядов прямо пропорциональна его модулю:

$$E_1 = \frac{kq}{r^2} = \frac{2kq}{a^2}, \quad E_2 = \frac{2kq}{r^2} = 2E_1, \quad E_3 = \frac{3kq}{r^2} = 3E_1,$$

здесь  $r$  – половина диагонали,  $a = \sqrt{2}r$ , где  $a$  – длина стороны.

Направления векторов напряжённости определяются знаком: от положительного ( $\vec{E}_1$  и  $\vec{E}_3$ ) к отрицательному ( $\vec{E}_2$ ). Напряжённость результирующего поля определяется по принципу суперпозиции:



$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3.$$

Если показать это на рисунке, то можно заметить, что вектор  $\vec{E}$  направлен влево (вопрос 1). А величина его равна

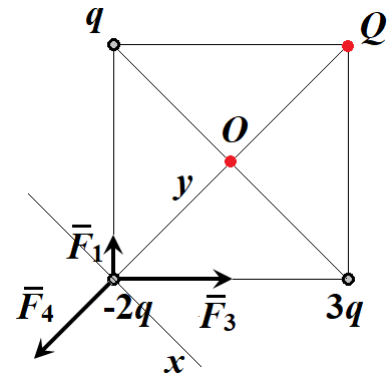
$$E = \sqrt{2}E_2 = 2\sqrt{2}E_1 = \frac{4\sqrt{2}kq}{a^2} = \frac{4\sqrt{2} \cdot 9 \cdot 10^9 \cdot 1 \cdot 10^{-9}}{1,5^2} = 16\sqrt{2} \approx 22,6 \text{ В/м (вопрос 2).}$$

Потенциал поля в четвёртой вершине находим по принципу суперпозиции:

$$\varphi = \varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3 = \frac{kq}{a} + \frac{3kq}{a} - \frac{2kq}{a\sqrt{2}} = \frac{kq(4 - \sqrt{2})}{a} = \frac{(4 - \sqrt{2}) \cdot 9 \cdot 10^9 \cdot 1 \cdot 10^{-9}}{1,5} = 15,5 \text{ В}$$

(вопрос 3).

Разместим в четвёртой вершине заряд  $Q$ . На заряд  $(-2q)$  теперь действуют три силы. Покажем векторы сил, действующих на второй заряд на рисунке, для случая  $Q < 0$ .



Результирующая сила:  $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_3 + \vec{F}_4$ .

Проведём оси через заряд  $(-2q)$  вдоль одной из диагоналей ( $y$ ) и параллельно другой ( $x$ ). Проекция  $F_x$  от силы  $\vec{F}_4$  (заряда  $Q$ ) не зависит, поэтому величина силы минимальна, если  $F_y = 0$ . Итак:

$$F_y = F_1 \cos 45^\circ + F_3 \cos 45^\circ - F_4 = 0,$$

$$\frac{kq}{a^2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} + \frac{3kq}{a^2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} - \frac{k|Q|}{2a^2} = 0.$$

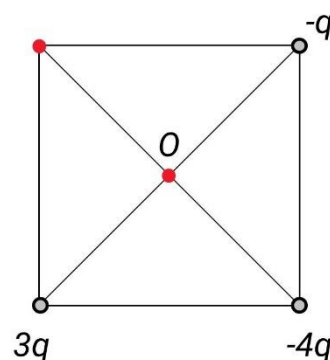
Тогда  $Q = -4\sqrt{2}q = -5,7 \text{ нКл (вопрос 4).}$

### Задание № 3.2

#### Общее условие:

Три неподвижных точечных заряда находятся в трёх вершинах квадрата со стороной  $a = 2$  м. Величины зарядов показаны на рисунке ( $q = 2 \cdot 10^{-9}$  Кл).

Постоянная закона Кулона  $k = 9 \cdot 10^9$  Н·м<sup>2</sup>/Кл<sup>2</sup>.



#### Условие:

Как направлен вектор напряжённости электростатического поля  $\vec{E}$  в точке пересечения диагоналей квадрата (в точке  $O$ )?

#### Ответ:

- Вправо
- Влево
- Вверх
- Вниз
- $E = 0$

Точное совпадение ответа — 2 балла

#### Условие:

Определите величину модуля напряжённости электростатического поля в точке  $O$ . Ответ выразите в В/м, округлите до десятых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [50; 51]

Точное совпадение ответа — 2 балла

**Условие:**

Определите величину потенциала  $\phi$  в четвёртой вершине квадрата. Ответ выразите в вольтах с учётом знака, округлите до десятых.

**Ответ:** засчитывается в диапазоне  $[-7.5; -7.2]$

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Условие:**

Какой по величине точечный заряд  $Q$  надо разместить в четвёртой вершине квадрата, чтобы сила, действующая на заряд  $-4q$ , стала минимальной? Ответ выразите в нанокюлонах с учётом знака, округлите до десятых (приставка «нано» означает  $10^{-9}$ ).

**Ответ:** засчитывается в диапазоне  $[-5.7; -5.6]$

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Максимальный балл за задание — 10 баллов**

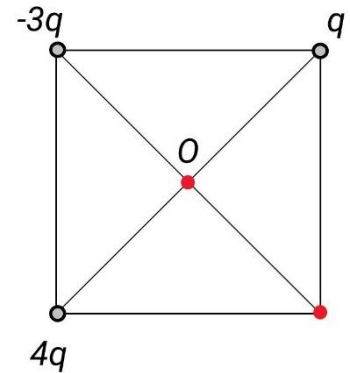
*Решение по аналогии с заданием № 3.1*

### Задание № 3.3

#### Общее условие:

Три неподвижных точечных заряда находятся в трёх вершинах квадрата со стороной  $a = 3$  м. Величины зарядов показаны на рисунке ( $q = 2 \cdot 10^{-9}$  Кл).

Постоянная закона Кулона  $k = 9 \cdot 10^9$  Н·м<sup>2</sup>/Кл<sup>2</sup>.



#### Условие:

Как направлен вектор напряжённости электростатического поля  $\vec{E}$  в точке пересечения диагоналей квадрата (в точке  $O$ )?

#### Ответ:

- Вправо
- Влево
- Вверх
- Вниз
- $E = 0$

Точное совпадение ответа — 2 балла

#### Условие:

Определите величину модуля напряжённости электростатического поля в точке  $O$ . Ответ выразите в В/м, округлите до десятых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [16.8; 17.1]

Точное совпадение ответа — 2 балла

**Условие:**

Определите величину потенциала  $\phi$  в четвёртой вершине квадрата. Ответ выразите в вольтах с учётом знака, округлите до десятых.

**Ответ:** засчитывается в диапазоне [17.2; 17.4]

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Условие:**

Какой по величине точечный заряд  $Q$  надо разместить в четвёртой вершине квадрата, чтобы сила, действующая на заряд  $-3q$ , стала минимальной? Ответ выразите в нанокюлонах с учётом знака, округлите до десятых (приставка «нано» означает  $10^{-9}$ ).

**Ответ:** засчитывается в диапазоне [-14.2; -14]

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Максимальный балл за задание — 10 баллов**

*Решение по аналогии с заданием № 3.1*

### Задание № 3.4

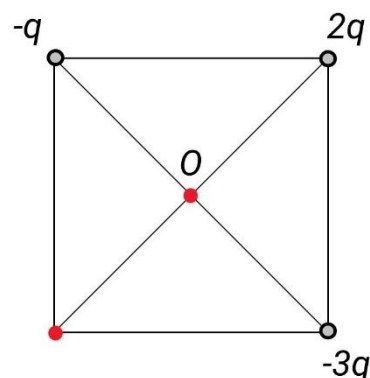
#### Общее условие:

Три неподвижных точечных заряда находятся в трёх вершинах квадрата со стороной  $a = 2$  м.

Величины зарядов показаны на рисунке

( $q = 2 \cdot 10^{-9}$  Кл). Постоянная закона Кулона

$k = 9 \cdot 10^9$  Н·м<sup>2</sup>/Кл<sup>2</sup>.



#### Условие:

Как направлен вектор напряжённости электростатического поля  $\vec{E}$  в точке пересечения диагоналей квадрата (в точке  $O$ )?

#### Ответ:

- Вправо
- Влево
- Вверх
- Вниз
- $E = 0$

Точное совпадение ответа — 2 балла

#### Условие:

Определите величину модуля напряжённости электростатического поля в точке  $O$ . Ответ выразите в В/м, округлите до десятых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [25.2;25.6]

Точное совпадение ответа — 2 балла

**Условие:**

Определите величину потенциала  $\phi$  в четвёртой вершине квадрата. Ответ выразите в вольтах с учётом знака, округлите до десятых.

**Ответ:** засчитывается в диапазоне  $[-23.4; -23.2]$

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Условие:**

Какой по величине точечный заряд  $Q$  надо разместить в четвёртой вершине квадрата, чтобы сила, действующая на заряд  $2q$ , стала минимальной? Ответ выразите в нанокюлонах с учётом знака, округлите до десятых (приставка «нано» означает  $10^{-9}$ ).

**Ответ:** засчитывается в диапазоне  $[11.2; 11.4]$

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Максимальный балл за задание — 10 баллов**

*Решение по аналогии с заданием № 3.1*