ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ «ЛОМОНОСОВ»
ПО ГЕОЛОГИИ
2020-2021 учебный год

ЗАДАНИЯ ОТБОРОЧНОГО ЭТАПА
ДЛЯ УЧАЩИХСЯ 5-9 КЛАССОВ

Вопрос 1.
Какая оболочка Земли самая тонкая? **Земная кора**
Как называется главный метод изучения внутреннего глубинного строения Земли?
Сейсмический
Какая горная порода состоит из мельчайших скелетов организмов? **Мел**
Какая форма рельефа создаётся ветром? **Дюна**

Вопрос 2.
Обширный выровненный невысокий участок земной поверхности с небольшой разницей высот называется **Равнина**
Наблюдение за какими животными позволили открыть явление эхолокации?
Летучие мыши
Чашеобразное углубление на вершине вулкана называется **Кратер**
К химическому выветриванию относится **Растворение горных пород**

Вопрос 3.
Какая порода относится к легкорастворимым? **Мел**
Горная порода, которая содержит металл в таком виде и количестве, при которых возможно и экономически выгодно его извлекать называется **Руда**
Какое полезное ископаемое относится к строительным материалам? **Гранит**
Какая горная порода образуется при метаморфизме песчаника? **Кварцит**

Вопрос 4.
Какой термин лишний? **Гейзер**
Какой термин лишний? **Оз**
Какой термин лишний? **Кальцит**
Какой термин лишний? **Шельф**

Вопрос 5.

На какой фотографии изображен изумруд?

На какой фотографии изображен октаэдр?

На какой фотографии изображен гейзер?

На какой фотографии изображен сталактит?

Задание 6. Вариант 1.

Два вездехода одновременно начинают курсировать между буровыми установками: первый между A и B, выходя из A, второй – между C и D, выходя из C. Пути, связывающие эти пары пунктов, являются прямолинейными отрезками, пересекающимися в точке O, AO=10 км, OB=1 км, CO=16 км, OD=1 км, скорости вездеходов равны 10 км/час. Через сколько времени после начала движения вездеходы первый раз встретятся в пункте C? Временем на остановки в конечных пунктах маршрутов пренебречь.

Решение. Обозначим AO=a, OB=b,CO=c,OD=d. Скорости вездеходов обозначим через v_1,v_2. Моменты времени, когда первый вездеход проходит через O: 9.00+$\frac{a}{v_1}+\frac{2(a+b)n}{v_1}, n=0,1,2,$...на пути из A в B и 9.00+$\frac{a+2b}{v_1}+\frac{2(a+b)n}{v_1}, n=0,1,2,$...на пути из B в A. Моменты времени, когда второй вездеход проходит через O: 9.00+$\frac{c}{v_2}+\frac{2(c+d)k}{v_2}, k=0,1,2,$...на пути из C в B и 9.00+$\frac{c+2d}{v_2}+\frac{2(c+d)k}{v_2}, k=0,1,2,$...на пути из D в C. Рассмотрим случаи.

A. Вездеходы встречаются, когда первый идет из A в B, второй из C в D.

$$\frac{a}{v_1}+\frac{2(a+b)n}{v_1}=\frac{c}{v_2}+\frac{2(c+d)k}{v_2} <=>$$

$$v_2(a+2(a+b)n)=v_1(c+2(c+d)k) \leq>$$

$n=\frac{cv_1-av_2+2v_1(c+d)k}{2(a+b)v_2} \in \{0,1,2,\dots\}$. Минимальный номер к, при котором условие целочисленности n выполняется, равен 5

Б. Вездеходы встречаются, когда первый идет из B в A, второй из C в D.

$$\frac{a+2b}{v_1}+\frac{2(a+b)n}{v_1}=\frac{c}{v_2}+\frac{2(c+d)k}{v_2} <=>$$

$$v_2(a+2b+2(a+b)n)=v_1(c+2(c+d)k) \leq>$$

$n=\frac{cv_1-(a+2b)v_2+2v_1(c+d)k}{2(a+b)v_2} \in \{0,1,2,\dots\}$. Минимальный номер к, при котором условие целочисленности n выполняется, равен 7

В. Вездеходы встречаются, когда первый идет из B в A, второй из D в C.

$$\frac{a+2b}{v_1}+\frac{2(a+b)n}{v_1}=\frac{c+2d}{v_2}+\frac{2(c+d)k}{v_2} <=>$$

$$v_2(a+2b+2(a+b)n) = v_1(c+2d+2(c+d)k) <=>$$

$n = \frac{(c+2d)v_1-(a+2b)v_2+2v_1(c+d)k}{2(a+b)v_2} \in \{0,1,2,\dots\}$. Минимальный номер к, при котором условие целочисленности n выполняется, равен 5

Г. Вездеходы встречаются, когда первый идет из A в B, второй из D в C.

$$\frac{a}{v_1} + \frac{2(a+b)n}{v_1} = \frac{\mathrm{c}+2d}{v_2} + \frac{2(\mathrm{c}+d)k}{v_2} <=>$$

$$v_2(a+2(a+b)n) = v_1(c+2d+2(c+d)k) \leq>$$

$n = \frac{(c+2d)v_1-av_2+2v_1(c+d)k}{2(a+b)v_2} \in \{0,1,2,\dots\}$. Минимальный номер к, при котором условие целочисленности n выполняется, равен 3

Выбор минимального из номеров k дает

Ответ: 12 часов

Задание 6. Вариант 2.

Два вездехода одновременно начинают курсировать между буровыми установками: первый между A и B, выходя из A, второй – между C и D, выходя из C. Пути, связывающие эти пары пунктов, являются прямолинейными отрезками, пересекающимися в точке O, AO=10 км, OB=1 км, CO=18 км, OD=1 км, скорости вездеходов равны 10 км/час. Через сколько времени после начала движения вездеходы первый раз встретятся в пункте C? Временем на остановки в конечных пунктах маршрутов пренебречь.

Решение. Обозначим AO=a, OB=b,CO=c,OD=d. Скорости вездеходов обозначим через v_1,v_2. Моменты времени, когда первый вездеход проходит через O: 9.00+$\frac{a}{v_1}+\frac{2(a+b)n}{v_1}, n=0,1,2,\ldots$на пути из A в B и 9.00+$\frac{a+2b}{v_1}+\frac{2(a+b)n}{v_1}, n=0,1,2,\ldots$на пути из B в A. Моменты времени, когда второй вездеход проходит через O: 9.00+$\frac{\mathrm{c}}{v_2}+\frac{2(\mathrm{c}+d)k}{v_2}, k=0,1,2,\ldots$на пути из C в D и 9.00+$\frac{\mathrm{c}+2d}{v_2}+\frac{2(c+d)k}{v_2}, k=0,1,2,\ldots$на пути из D в C. Рассмотрим случаи.

А. Вездеходы встречаются, когда первый идет из A в B, второй из C в D.

$$\frac{a}{v_1}+\frac{2(a+b)n}{v_1}=\frac{\mathrm{c}}{v_2}+\frac{2(\mathrm{c}+d)k}{v_2} <=>$$

$$v_2(a+2(a+b)n)=v_1(c+2(c+d)k) \leq>$$

$n=\frac{cv_1-av_2+2v_1(c+d)k}{2(a+b)v_2}\in\{0,1,2,\ldots\}$. Минимальный номер к, при котором условие целочисленности n выполняется, равен 5

Б. Вездеходы встречаются, когда первый идет из B в A, второй из C в D.

$$\frac{a+2b}{v_1}+\frac{2(a+b)n}{v_1}=\frac{\mathrm{c}}{v_2}+\frac{2(\mathrm{c}+d)k}{v_2} <=>$$

$$v_2(a+2b+2(a+b)n)=v_1(c+2(c+d)k) \leq>$$

$n=\frac{cv_1-(a+2b)v_2+2v_1(c+d)k}{2(a+b)v_2}\in\{0,1,2,\ldots\}$. Минимальный номер к, при котором условие целочисленности n выполняется, равен 1

В. Вездеходы встречаются, когда первый идет из B в A, второй из D в C.

$$\frac{a + 2b}{v_1} + \frac{2(a + b)n}{v_1} = \frac{\mathrm{c} + 2d}{v_2} + \frac{2(\mathrm{c} + d)k}{v_2} <=>$$

$$v_2(a + 2b + 2(a + b)n) = v_1(c + 2d + 2(c + d)k) <=>$$

$n = \frac{(c+2d)v_1-(a+2b)v_2+2v_1(c+d)k}{2(a+b)v_2} \in \{0,1,2, \dots\}$. Минимальный номер к, при котором условие целочисленности n выполняется, равен 5

Г. Вездеходы встречаются, когда первый идет из A в B, второй из D в C.

$$\frac{a}{v_1} + \frac{2(a+b)n}{v_1} = \frac{\mathrm{c}+2d}{v_2} + \frac{2(\mathrm{c}+d)k}{v_2} <=>$$

$$v_2(a + 2(a + b)n) = v_1(c + 2d + 2(c + d)k) \leq>$$

$n = \frac{(c+2d)v_1-av_2+2v_1(c+d)k}{2(a+b)v_2} \in \{0,1,2, \dots\}$. Минимальный номер к, при котором условие целочисленности n выполняется, равен 9

Выбор минимального из номеров k дает

Ответ: 5 часов 36 минут

Задание 6. Вариант 3.

Два вездехода одновременно начинают курсировать между буровыми установками: первый между A и B, выходя из A, второй – между C и D, выходя из C. Пути, связывающие эти пары пунктов, являются прямолинейными отрезками, пересекающимися в точке O, AO=12 км, OB=1 км, CO=18 км, OD=1 км, скорости вездеходов равны 10 км/час. Через сколько времени после начала движения вездеходы первый раз встретятся в пункте C? Временем на остановки в конечных пунктах маршрутов пренебречь.

Решение. Обозначим AO=a, OB=b,CO=c,OD=d. Скорости вездеходов обозначим через v_1,v_2. Моменты времени, когда первый вездеход проходит через O: 9.00+$\frac{a}{v_1}+\frac{2(a+b)n}{v_1}, n=0,1,2,\ldots$на пути из A в B и 9.00+$\frac{a+2b}{v_1}+\frac{2(a+b)n}{v_1}, n=0,1,2,\ldots$на пути из B в A. Моменты времени, когда второй вездеход проходит через O: 9.00+$\frac{c}{v_2}+\frac{2(c+d)k}{v_2}, k=0,1,2,\ldots$на пути из C в D и 9.00+$\frac{c+2d}{v_2}+\frac{2(c+d)k}{v_2}, k=0,1,2,\ldots$на пути из D в C. Рассмотрим случаи.

А. Вездеходы встречаются, когда первый идет из A в B, второй из C в D.

$$\frac{a}{v_1}+\frac{2(a+b)n}{v_1}=\frac{c}{v_2}+\frac{2(c+d)k}{v_2} <=>$$

$$v_2(a+2(a+b)n)=v_1(c+2(c+d)k) \leq>$$

$n=\frac{cv_1-av_2+2v_1(c+d)k}{2(a+b)v_2} \in \{0,1,2,\ldots\}$. Минимальный номер к, при котором условие целочисленности n выполняется, равен 6

Б. Вездеходы встречаются, когда первый идет из B в A, второй из C в D.

$$\frac{a+2b}{v_1}+\frac{2(a+b)n}{v_1}=\frac{c}{v_2}+\frac{2(c+d)k}{v_2} <=>$$

$$v_2(a+2b+2(a+b)n)=v_1(c+2(c+d)k) \leq>$$

$n=\frac{cv_1-(a+2b)v_2+2v_1(c+d)k}{2(a+b)v_2} \in \{0,1,2,\ldots\}$. Минимальный номер к, при котором условие целочисленности n выполняется, равен 4

В. Вездеходы встречаются, когда первый идет из B в A, второй из D в C.

$$\frac{a+2b}{v_1}+\frac{2(a+b)n}{v_1}=\frac{\mathrm{c}+2d}{v_2}+\frac{2(\mathrm{c}+d)k}{v_2} <=>$$

$$v_2(a+2b+2(a+b)n)=v_1(c+2d+2(c+d)k) <=>$$

$n=\frac{(c+2d)v_1-(a+2b)v_2+2v_1(c+d)k}{2(a+b)v_2} \in \{0,1,2,\ldots\}$. Минимальный номер к, при котором условие целочисленности n выполняется, равен 6

Г. Вездеходы встречаются, когда первый идет из A в B, второй из D в C.

$$\frac{a}{v_1}+\frac{2(a+b)n}{v_1}=\frac{\mathrm{c}+2d}{v_2}+\frac{2(\mathrm{c}+d)k}{v_2} <=>$$

$$v_2(a+2(a+b)n)=v_1(c+2d+2(c+d)k) \leq>$$

$n=\frac{(c+2d)v_1-av_2+2v_1(c+d)k}{2(a+b)v_2} \in \{0,1,2,\ldots\}$. Минимальный номер к, при котором условие целочисленности n выполняется, равен 8

Выбор минимального из номеров k дает

Ответ: 17 часов

Задание 6. Вариант 4.

Два вездехода одновременно начинают курсировать между буровыми установками: первый между A и B, выходя из A, второй – между C и D, выходя из C. Пути, связывающие эти пары пунктов, являются прямолинейными отрезками, пересекающимися в точке O, AO=12 км, OB=1 км, CO=20 км, OD=1 км, скорости вездеходов равны 10 км/час. Через сколько времени после начала движения вездеходы первый раз встретятся в пункте C? Временем на остановки в конечных пунктах маршрутов пренебречь.

Решение. Обозначим AO=a, OB=b,CO=c,OD=d. Скорости вездеходов обозначим через v_1,v_2. Моменты времени, когда первый вездеход проходит через O: 9.00+$\frac{a}{v_1}+\frac{2(a+b)n}{v_1}, n=0,1,2,...$на пути из A в B и 9.00+$\frac{a+2b}{v_1}+\frac{2(a+b)n}{v_1}, n=0,1,2,...$на пути из B в A. Моменты времени, когда второй вездеход проходит через O: 9.00+$\frac{c}{v_2}+\frac{2(c+d)k}{v_2}, k=0,1,2,...$на пути из C в D и 9.00+$\frac{c+2d}{v_2}+\frac{2(c+d)k}{v_2}, k=0,1,2,...$на пути из D в C. Рассмотрим случаи.

A. Вездеходы встречаются, когда первый идет из A в B, второй из C в D.

$$\frac{a}{v_1}+\frac{2(a+b)n}{v_1}=\frac{c}{v_2}+\frac{2(c+d)k}{v_2} <=>$$

$$v_2(a+2(a+b)n)=v_1(c+2(c+d)k) \leq>$$

$n=\frac{cv_1-av_2+2v_1(c+d)k}{2(a+b)v_2} \in \{0,1,2,...\}$. Минимальный номер к, при котором условие целочисленности n выполняется, равен 6

Б. Вездеходы встречаются, когда первый идет из B в A, второй из C в D.

$$\frac{a+2b}{v_1}+\frac{2(a+b)n}{v_1}=\frac{c}{v_2}+\frac{2(c+d)k}{v_2} <=>$$

$$v_2(a+2b+2(a+b)n)=v_1(c+2(c+d)k) \leq>$$

$n=\frac{cv_1-(a+2b)v_2+2v_1(c+d)k}{2(a+b)v_2} \in \{0,1,2,...\}$. Минимальный номер к, при котором условие целочисленности n выполняется, равен 11

B. Вездеходы встречаются, когда первый идет из B в A, второй из D в C.

$$\frac{a+2b}{v_1}+\frac{2(a+b)n}{v_1}=\frac{\mathrm{c}+2d}{v_2}+\frac{2(\mathrm{c}+d)k}{v_2} <=>$$

$$v_2(a+2b+2(a+b)n)=v_1(c+2d+2(c+d)k) <=>$$

$n=\frac{(c+2d)v_1-(a+2b)v_2+2v_1(c+d)k}{2(a+b)v_2} \in \{0,1,2,\ldots\}$. Минимальный номер к, при котором условие целочисленности n выполняется, равен 6

Г. Вездеходы встречаются, когда первый идет из А в В, второй из D в C.

$$\frac{a}{v_1}+\frac{2(a+b)n}{v_1}=\frac{\mathrm{c}+2d}{v_2}+\frac{2(\mathrm{c}+d)k}{v_2} <=>$$

$$v_2(a+2(a+b)n)=v_1(c+2d+2(c+d)k) \leq>$$

$n=\frac{(c+2d)v_1-av_2+2v_1(c+d)k}{2(a+b)v_2} \in \{0,1,2,\ldots\}$. Минимальный номер к, при котором условие целочисленности n выполняется, равен 1

Выбор минимального из номеров k дает

Ответ: 6 часов 24 минуты

Задание 6. Вариант 5.

Два вездехода одновременно начинают курсировать между буровыми установками: первый между A и B, выходя из A, второй – между C и D, выходя из C. Пути, связывающие эти пары пунктов, являются прямолинейными отрезками, пересекающимися в точке O, AO=12 км, OB=2 км, CO=20 км, OD=2 км, скорости у первого и второго вездеходов равны соответственно 10 и 20 км/час. Через сколько времени после начала движения вездеходы первый раз встретятся в пункте C? Временем на остановки в конечных пунктах маршрутов пренебречь.

Решение. Обозначим AO=a, OB=b,CO=c,OD=d. Скорости вездеходов обозначим через v_1,v_2. Моменты времени, когда первый вездеход проходит через O: 9.00+$\frac{a}{v_1}+\frac{2(a+b)n}{v_1}, n=0,1,2,$...на пути из A в B и 9.00+$\frac{a+2b}{v_1}+\frac{2(a+b)n}{v_1}, n=0,1,2,$...на пути из B в A. Моменты времени, когда второй вездеход проходит через O: 9.00+$\frac{c}{v_2}+\frac{2(c+d)k}{v_2}, k=0,1,2,$...на пути из C в D и 9.00+$\frac{c+2d}{v_2}+\frac{2(c+d)k}{v_2}, k=0,1,2,$...на пути из D в C. Рассмотрим случаи.

A. Вездеходы встречаются, когда первый идет из A в B, второй из C в D.

$$\frac{a}{v_1}+\frac{2(a+b)n}{v_1}=\frac{c}{v_2}+\frac{2(c+d)k}{v_2} <=>$$

$$v_2(a+2(a+b)n)=v_1(c+2(c+d)k) \leq>$$

$n=\frac{cv_1-av_2+2v_1(c+d)k}{2(a+b)v_2}\in\{0,1,2,\dots\}$. Минимальный номер к, при котором условие целочисленности n выполняется, равен 9

Б. Вездеходы встречаются, когда первый идет из B в A, второй из C в D.

$$\frac{a+2b}{v_1}+\frac{2(a+b)n}{v_1}=\frac{c}{v_2}+\frac{2(c+d)k}{v_2} <=>$$

$$v_2(a+2b+2(a+b)n)=v_1(c+2(c+d)k) \leq>$$

$n=\frac{cv_1-(a+2b)v_2+2v_1(c+d)k}{2(a+b)v_2}\in\{0,1,2,\dots\}$. Минимальный номер к, при котором условие целочисленности n выполняется, равен 13

В. Вездеходы встречаются, когда первый идет из B в A, второй из D в C.

$$\frac{a+2b}{v_1}+\frac{2(a+b)n}{v_1}=\frac{\mathrm{c}+2d}{v_2}+\frac{2(\mathrm{c}+d)k}{v_2} <=>$$

$$v_2(a+2b+2(a+b)n)=v_1(c+2d+2(c+d)k) <=>$$

$n=\frac{(c+2d)v_1-(a+2b)v_2+2v_1(c+d)k}{2(a+b)v_2} \in \{0,1,2,\dots\}$. Минимальный номер к, при котором условие целочисленности n выполняется, равен 4

Г. Вездеходы встречаются, когда первый идет из A в B, второй из D в C.

$$\frac{a}{v_1}+\frac{2(a+b)n}{v_1}=\frac{\mathrm{c}+2d}{v_2}+\frac{2(\mathrm{c}+d)k}{v_2} <=>$$

$$v_2(a+2(a+b)n)=v_1(c+2d+2(c+d)k) \leq>$$

$n=\frac{(c+2d)v_1-av_2+2v_1(c+d)k}{2(a+b)v_2} \in \{0,1,2,\dots\}$. Минимальный номер к, при котором условие целочисленности n выполняется, равен 14

Выбор минимального из номеров k дает

Ответ: 32 часа

Задание 6. Вариант 6.

Два вездехода одновременно начинают курсировать между буровыми установками: первый между A и B, выходя из A, второй – между C и D, выходя из C. Пути, связывающие эти пары пунктов, являются прямолинейными отрезками, пересекающимися в точке O, AO=12 км, OB=2 км, CO=10 км, OD=1 км, скорости у первого и второго вездеходов равны соответственно 10 и 20 км/час. Через сколько времени после начала движения вездеходы первый раз встретятся в пункте C? Временем на остановки в конечных пунктах маршрутов пренебречь.

Решение. Обозначим AO=a, OB=b,CO=c,OD=d. Скорости вездеходов обозначим через v_1,v_2. Моменты времени, когда первый вездеход проходит через O: 9.00+$\frac{a}{v_1}+\frac{2(a+b)n}{v_1}, n=0,1,2,$...на пути из A в B и 9.00+$\frac{a+2b}{v_1}+\frac{2(a+b)n}{v_1}, n=0,1,2,$...на пути из B в A. Моменты времени, когда второй вездеход проходит через O: 9.00+$\frac{c}{v_2}+\frac{2(c+d)k}{v_2}, k=0,1,2,$...на пути из C в D и 9.00+$\frac{c+2d}{v_2}+\frac{2(c+d)k}{v_2}, k=0,1,2,$...на пути из D в C. Рассмотрим случаи.

А. Вездеходы встречаются, когда первый идет из A в B, второй из C в D.

$$\frac{a}{v_1}+\frac{2(a+b)n}{v_1}=\frac{c}{v_2}+\frac{2(c+d)k}{v_2} <=>$$

$$v_2(a+2(a+b)n)=v_1(c+2(c+d)k) \leq>$$

$n=\frac{cv_1-av_2+2v_1(c+d)k}{2(a+b)v_2}\in\{0,1,2,\dots\}$. Минимальный номер к, при котором условие целочисленности n выполняется, равен 21

Б. Вездеходы встречаются, когда первый идет из B в A, второй из C в D.

$$\frac{a+2b}{v_1}+\frac{2(a+b)n}{v_1}=\frac{c}{v_2}+\frac{2(c+d)k}{v_2} <=>$$

$$v_2(a+2b+2(a+b)n)=v_1(c+2(c+d)k) \leq>$$

$n=\frac{cv_1-(a+2b)v_2+2v_1(c+d)k}{2(a+b)v_2}\in\{0,1,2,\dots\}$. Минимальный номер к, при котором условие целочисленности n выполняется, равен 1

В. Вездеходы встречаются, когда первый идет из B в A, второй из D в C.

$$\frac{a+2b}{v_1}+\frac{2(a+b)n}{v_1}=\frac{\mathrm{c}+2d}{v_2}+\frac{2(\mathrm{c}+d)k}{v_2} <=>$$

$$v_2(a+2b+2(a+b)n)=v_1(c+2d+2(c+d)k) <=>$$

$n=\frac{(c+2d)v_1-(a+2b)v_2+2v_1(c+d)k}{2(a+b)v_2} \in \{0,1,2,\dots\}$. Минимальный номер к, при котором условие целочисленности n выполняется, равен 10

Г. Вездеходы встречаются, когда первый идет из А в В, второй из D в C.

$$\frac{a}{v_1}+\frac{2(a+b)n}{v_1}=\frac{\mathrm{c}+2d}{v_2}+\frac{2(\mathrm{c}+d)k}{v_2} <=>$$

$$v_2(a+2(a+b)n)=v_1(c+2d+2(c+d)k) \leq>$$

$n=\frac{(c+2d)v_1-av_2+2v_1(c+d)k}{2(a+b)v_2} \in \{0,1,2,\dots\}$. Минимальный номер к, при котором условие целочисленности n выполняется, равен 26

Выбор минимального из номеров k дает

Ответ: 1 час 36 минут

Задание 6. Вариант 7.

Два вездехода одновременно начинают курсировать между буровыми установками: первый между A и B, выходя из A, второй – между C и D, выходя из C. Пути, связывающие эти пары пунктов, являются прямолинейными отрезками, пересекающимися в точке O, AO=14 км, OB=2 км, CO=10 км, OD=1 км, скорости у первого и второго вездеходов равны соответственно 10 и 20 км/час. Через сколько времени после начала движения вездеходы первый раз встретятся в пункте C? Временем на остановки в конечных пунктах маршрутов пренебречь.

Решение. Обозначим AO=a, OB=b,CO=c,OD=d. Скорости вездеходов обозначим через v_1,v_2. Моменты времени, когда первый вездеход проходит через O: 9.00+$\frac{a}{v_1}+\frac{2(a+b)n}{v_1}, n=0,1,2,...$на пути из A в B и 9.00+$\frac{a+2b}{v_1}+\frac{2(a+b)n}{v_1}, n=0,1,2,...$на пути из B в A. Моменты времени, когда второй вездеход проходит через O: 9.00+$\frac{c}{v_2}+\frac{2(c+d)k}{v_2}, k=0,1,2,...$на пути из C в D и 9.00+$\frac{c+2d}{v_2}+\frac{2(c+d)k}{v_2}, k=0,1,2,...$на пути из D в C. Рассмотрим случаи.

A. Вездеходы встречаются, когда первый идет из A в B, второй из C в D.

$$\frac{a}{v_1}+\frac{2(a+b)n}{v_1}=\frac{c}{v_2}+\frac{2(c+d)k}{v_2} <=>$$

$$v_2(a+2(a+b)n)=v_1(c+2(c+d)k) \le>$$

$n=\frac{cv_1-av_2+2v_1(c+d)k}{2(a+b)v_2} \in \{0,1,2,...\}$. Минимальный номер к, при котором условие целочисленности n выполняется, равен 27

Б. Вездеходы встречаются, когда первый идет из B в A, второй из C в D.

$$\frac{a+2b}{v_1}+\frac{2(a+b)n}{v_1}=\frac{c}{v_2}+\frac{2(c+d)k}{v_2} <=>$$

$$v_2(a+2b+2(a+b)n)=v_1(c+2(c+d)k) \le>$$

$n=\frac{cv_1-(a+2b)v_2+2v_1(c+d)k}{2(a+b)v_2} \in \{0,1,2,...\}$. Минимальный номер к, при котором условие целочисленности n выполняется, равен 2

В. Вездеходы встречаются, когда первый идет из B в A, второй из D в C.

$$\frac{a+2b}{v_1}+\frac{2(a+b)n}{v_1}=\frac{\mathrm{c}+2d}{v_2}+\frac{2(\mathrm{c}+d)k}{v_2} <=>$$

$$v_2(a+2b+2(a+b)n)=v_1(c+2d+2(c+d)k) <=>$$

$n=\frac{(c+2d)v_1-(a+2b)v_2+2v_1(c+d)k}{2(a+b)v_2} \in \{0,1,2,\dots\}$. Минимальный номер к, при котором условие целочисленности n выполняется, равен 4

Г. Вездеходы встречаются, когда первый идет из A в B, второй из D в C.

$$\frac{a}{v_1}+\frac{2(a+b)n}{v_1}=\frac{\mathrm{c}+2d}{v_2}+\frac{2(\mathrm{c}+d)k}{v_2} <=>$$

$$v_2(a+2(a+b)n)=v_1(c+2d+2(c+d)k) \leq>$$

$n=\frac{(c+2d)v_1-av_2+2v_1(c+d)k}{2(a+b)v_2} \in \{0,1,2,\dots\}$. Минимальный номер к, при котором условие целочисленности n выполняется, равен 24

Выбор минимального из номеров k дает

Ответ: 5 часов

Задание 6. Вариант 8.

Два вездехода одновременно начинают курсировать между буровыми установками: первый между A и B, выходя из A, второй – между C и D, выходя из C. Пути, связывающие эти пары пунктов, являются прямолинейными отрезками, пересекающимися в точке O, AO=14 км, OB=2 км, CO=12 км, OD=3 км, скорости у первого и второго вездеходов равны соответственно 10 и 20 км/час. Через сколько времени после начала движения вездеходы первый раз встретятся в пункте C? Временем на остановки в конечных пунктах маршрутов пренебречь.

Решение. Обозначим AO=a, OB=b,CO=c,OD=d. Скорости вездеходов обозначим через v_1,v_2. Моменты времени, когда первый вездеход проходит через O: 9.00+$\frac{a}{v_1} + \frac{2(a+b)n}{v_1}, n = 0,1,2,$...на пути из A в B и 9.00+$\frac{a+2b}{v_1} + \frac{2(a+b)n}{v_1}, n = 0,1,2,$...на пути из B в A. Моменты времени, когда второй вездеход проходит через O: 9.00+$\frac{\mathrm{c}}{v_2} + \frac{2(\mathrm{c}+d)k}{v_2}, k = 0,1,2,$...на пути из C в D и 9.00+$\frac{\mathrm{c}+2d}{v_2} + \frac{2(c+d)k}{v_2}, k = 0,1,2,$...на пути из D в C. Рассмотрим случаи.

А. Вездеходы встречаются, когда первый идет из A в B, второй из C в D.

$$\frac{a}{v_1} + \frac{2(a+b)n}{v_1} = \frac{\mathrm{c}}{v_2} + \frac{2(\mathrm{c}+d)k}{v_2} <=>$$

$$v_2(a + 2(a + b)n) = v_1(c + 2(c + d)k) \leq>$$

$n = \frac{cv_1 - av_2 + 2v_1(c+d)k}{2(a+b)v_2} \in \{0,1,2,\dots\}$. Минимальный номер к, при котором условие целочисленности n выполняется, равен 24

Б. Вездеходы встречаются, когда первый идет из B в A, второй из C в D.

$$\frac{a + 2b}{v_1} + \frac{2(a + b)n}{v_1} = \frac{\mathrm{c}}{v_2} + \frac{2(\mathrm{c} + d)k}{v_2} <=>$$

$$v_2(a + 2b + 2(a + b)n) = v_1(c + 2(c + d)k) <=>$$

$n = \frac{cv_1 - (a+2b)v_2 + 2v_1(c+d)k}{2(a+b)v_2} \in \{0,1,2,\dots\}$. Минимальный номер к, при котором условие целочисленности n выполняется, равен 20

В. Вездеходы встречаются, когда первый идет из B в A, второй из D в C.

$$\frac{a+2b}{v_1}+\frac{2(a+b)n}{v_1}=\frac{\mathrm{c}+2d}{v_2}+\frac{2(\mathrm{c}+d)k}{v_2} <=>$$

$$v_2(a+2b+2(a+b)n)=v_1(c+2d+2(c+d)k) <=>$$

$n=\frac{(c+2d)v_1-(a+2b)v_2+2v_1(c+d)k}{2(a+b)v_2} \in \{0,1,2,\dots\}$. Минимальный номер к, при котором условие целочисленности n выполняется, равен 7

Г. Вездеходы встречаются, когда первый идет из A в B, второй из D в C.

$$\frac{a}{v_1}+\frac{2(a+b)n}{v_1}=\frac{\mathrm{c}+2d}{v_2}+\frac{2(\mathrm{c}+d)k}{v_2} <=>$$

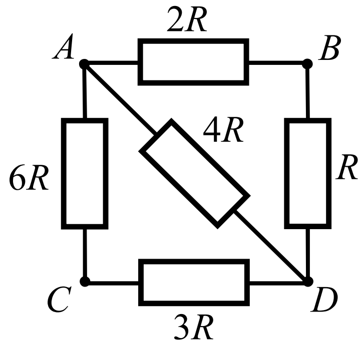
$$v_2(a+2(a+b)n)=v_1(c+2d+2(c+d)k) \leq>$$

$n=\frac{(c+2d)v_1-av_2+2v_1(c+d)k}{2(a+b)v_2} \in \{0,1,2,\dots\}$. Минимальный номер к, при котором условие целочисленности n выполняется, равен 11

Выбор минимального из номеров k дает

Ответ: 11 часов 24 минуты

Задание 7.1.

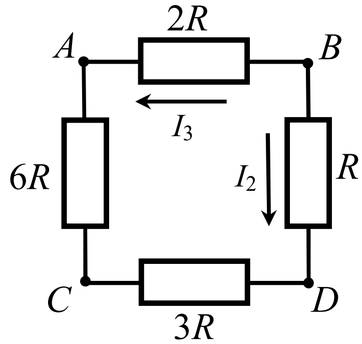


В измерительных приборах, используемых в полевой геологии, встречаются электрические схемыразличной сложности. Рассмотрим фрагмент подобной схемы (см. рисунок). Сопротивления резисторов показаны на схеме, *R* = 50 Ом.

Если к точкам *A* и *D*приложено постоянное напряжение *U*, то по резистору *R* течёт токI_1 = 2А. Какой ток I_2 течёт по резистору *R*, когда напряжение *U*приложено к точкам *B* и *C*? Ответ в амперах округлите до сотых (например, 1,03 А, 0,50 А).

Решение.

1. Найдём напряжение *U*. Если к точкам *A* и *D*приложено постоянное напряжение *U*, то по участку *ABD* течёт ток I_1. Сопротивление этого участка $R + 2R = 3R$.По закону Ома для участка цепи $U = I_1 \cdot 3R$.



2. Приложим напряжение *U*к точкам *B* и *C*. Сначала уберём из схемы резистор 4*R* (см. рисунок). Тогда по цепи *BDC*, сопротивление которой $R + 3R = 4R$, потечёт ток $I_2 = U/4R$,а напряжение на резисторе $RU_{BD} = I_2 \cdot R = U/4$.В это время по цепи *BAC*, сопротивление которой $2R + 6R = 8R$, потечёт ток $I_3 = U/8R$,а напряжениена резисторе 2*R*

$$U_{AB} = I_3 \cdot R = U/4 = U_{BD}.$$

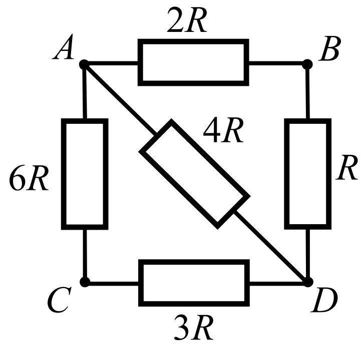
Отсюда следует, что напряжение между точками *A*и*D*$U_{AD} = 0$. Поэтому, если подключить между точками *A*и*D* резистор 4*R*, то ток по нему будет равен нулю: $I_4 = 0/4R = 0$. Таким образом, при подключении между точками *A*и*D* резистора 4*R* токи I_2 и I_3 не изменятся, и по-прежнему

$$I_2 = \frac{U}{4R} = I_1 \cdot \frac{3R}{4R} = \frac{3}{4} I_1 = \frac{3}{4} \cdot 2\text{ А} = 1{,}50\text{ А}.$$

Ответ:$I_2 = I_1 \cdot \frac{3R}{4R} = 1{,}50$ А.

Задание 7.2.

В измерительных приборах, используемых в полевой геологии, встречаются электрические схемыразличной сложности. Рассмотрим фрагмент подобной схемы (см. рисунок). Сопротивления резисторов показаны на схеме, R = 50 Ом.

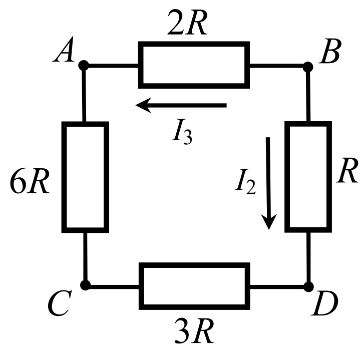


Если к точкам A и Dприложено постоянное напряжение U, то по резистору R течёт токI_1 = 2А. Какой ток I_2 течёт по резистору R, когда напряжение Uприложено к точкам B и C? Ответ в амперах округлите до сотых (например, 1,03 А, 0,50 А).

Решение.

1. Найдём напряжение U. Если к точкам A и Dприложено постоянное напряжение U, то по участку ABD течёт ток I_1. Сопротивление этого участка $R + 2R = 3R$.По закону Ома для участка цепи $U = I_1 \cdot 3R$.

2. Приложим напряжение Uк точкам B и C. Сначала уберём из схемы резистор $4R$ (см. рисунок). Тогда по цепи BDC, сопротивление которой $R + 3R = 4R$, потечёт ток $I_2 = U/4R$,а напряжение на резисторе $RU_{BD} = I_2 \cdot R = U/4$.В это время по цепи BAC, сопротивление которой $2R + 6R = 8R$, потечёт ток $I_3 = U/8R$,а напряжениена резисторе $2R$



$$U_{AB} = I_3 \cdot R = U/4 = U_{BD}.$$

Отсюда следует, что напряжение между точками AиD $U_{AD} = 0$. Поэтому, если подключить между точками AиD резистор $4R$, то ток по нему будет равен нулю: $I_4 = 0/4R = 0$. Таким образом, при подключении между точками AиD резистора $4R$ токи I_2 и I_3 не изменятся, и по-прежнему

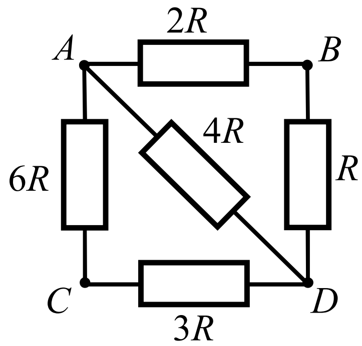
$$I_2 = I_1 \cdot \frac{3R}{5R} = 1{,}20 \text{ А}.$$

Ответ:$I_2 = I_1 \cdot \frac{3R}{5R} = 1{,}20$ А.

Задание 7.3.

В измерительных приборах, используемых в полевой геологии, встречаются электрические схемыразличной сложности. Рассмотрим фрагмент подобной схемы (см. рисунок). Сопротивления резисторов показаны на схеме, R = 50 Ом.

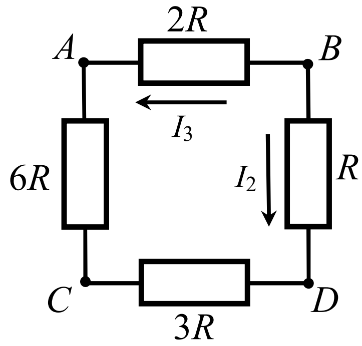
Если к точкам A и Dприложено постоянное напряжение U, то по резистору R течёт токI_1 = 2А. Какой ток I_2 течёт по резистору R, когда напряжение Uприложено к точкам B и C? Ответ в амперах округлите до сотых (например, 1,03 А, 0,50 А).



Решение.

1. Найдём напряжение U. Если к точкам A и Dприложено постоянное напряжение U, то по участку ABD течёт ток I_1. Сопротивление этого участка $R+2R=3R$.По закону Ома для участка цепи $U=I_1\cdot 3R$.

2. Приложим напряжение Uк точкам B и C. Сначала уберём из схемы резистор $4R$ (см. рисунок). Тогда по цепи BDC, сопротивление которой $R+3R=4R$, потечёт ток $I_2=U/4R$,а напряжение на резисторе $RU_{BD}=I_2\cdot R=U/4$.В это время по цепи BAC, сопротивление которой $2R+6R=8R$, потечёт ток $I_3=U/8R$,а напряжениена резисторе $2R$



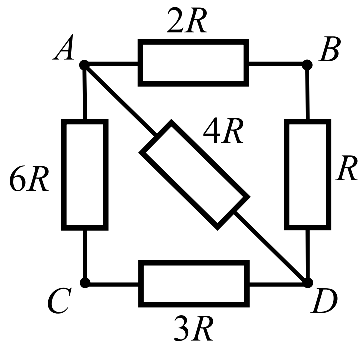
$$U_{AB}=I_3\cdot R=U/4=U_{BD}.$$

Отсюда следует, что напряжение между точками AиD $U_{AD}=0$. Поэтому, если подключить между точками AиD резистор $4R$, то ток по нему будет равен нулю: $I_4=0/4R=0$. Таким образом, при подключении между точками AиD резистора $4R$ токи I_2 и I_3 не изменятся, и по-прежнему

$$I_2=I_1\cdot\frac{3R}{6R}=1{,}00 \text{ А}.$$

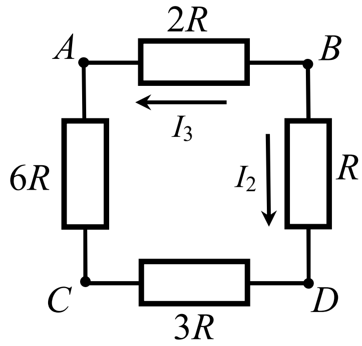
Ответ:$I_2 = I_1\cdot\frac{3R}{6R}=1{,}00$ А.

Задание 7.4.



В измерительных приборах, используемых в полевой геологии, встречаются электрические схемыразличной сложности. Рассмотрим фрагмент подобной схемы (см. рисунок). Сопротивления резисторов показаны на схеме, $R = 50$ Ом.
Если к точкам A и Dприложено постоянное напряжение U, то по резистору R течёт ток$I_1 = 2$А. Какой ток I_2 течёт по резистору R, когда напряжение Uприложено к точкам B и C? Ответ в амперах округлите до сотых (например, 1,03 А, 0,50 А).

Решение.
1. Найдём напряжение U. Если к точкам A и Dприложено постоянное напряжение U, то по участку ABD течёт ток I_1. Сопротивление этого участка $R + 2R = 3R$.По закону Ома для участка цепи $U = I_1 \cdot 3R$.



2. Приложим напряжение Uк точкам B и C. Сначала уберём из схемы резистор $4R$ (см. рисунок). Тогда по цепи BDC, сопротивление которой $R + 3R = 4R$, потечёт ток $I_2 = U/4R$,а напряжение на резисторе $R U_{BD} = I_2 \cdot R = U/4$.В это время по цепи BAC, сопротивление которой $2R + 6R = 8R$, потечёт ток $I_3 = U/8R$,а напряжениена резисторе $2R$

$$U_{AB} = I_3 \cdot R = U/4 = U_{BD}.$$

Отсюда следует, что напряжение между точками AиD $U_{AD} = 0$. Поэтому, если подключить между точками AиD резистор $4R$, то ток по нему будет равен нулю: $I_4 = 0/4R = 0$. Таким образом, при подключении между точками AиD резистора $4R$ токи I_2 и I_3 не изменятся, и по-прежнему

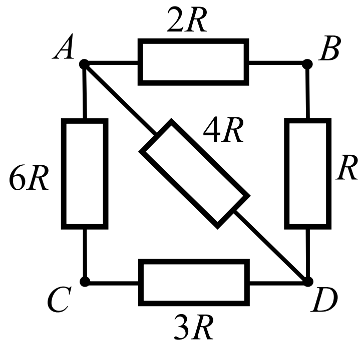
$$I_2 = I_1 \cdot \frac{3R}{4R} = 0{,}75 \text{ А}.$$

Ответ:$I_2 = I_1 \cdot \frac{3R}{4R} = 0{,}75$ А.

Задание 7.5.

В измерительных приборах, используемых в полевой геологии, встречаются электрические схемыразличной сложности. Рассмотрим фрагмент подобной схемы (см. рисунок). Сопротивления резисторов показаны на схеме, R = 80 Ом.

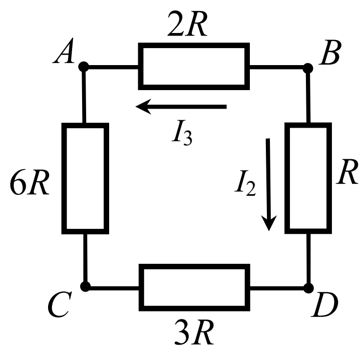
Если к точкам A и Dприложено постоянное напряжение U, то по резистору R течёт токI_1 = 5А. Какой ток I_2 течёт по резистору R, когда напряжение Uприложено к точкам B и C? Ответ в амперах округлите до сотых (например, 1,03 А, 0,50 А).



Решение.

1. Найдём напряжение U. Если к точкам A и Dприложено постоянное напряжение U, то по участку ABD течёт ток I_1. Сопротивление этого участка $R + 2R = 3R$.По закону Ома для участка цепи $U = I_1 \cdot 3R$.

2. Приложим напряжение Uк точкам B и C. Сначала уберём из схемы резистор $4R$ (см. рисунок). Тогда по цепи BDC, сопротивление которой $R + 3R = 4R$, потечёт ток $I_2 = U/4R$,а напряжение на резисторе $R U_{BD} = I_2 \cdot R = U/4$.В это время по цепи BAC, сопротивление которой $2R + 6R = 8R$, потечёт ток $I_3 = U/8R$,а напряжениена резисторе $2R$



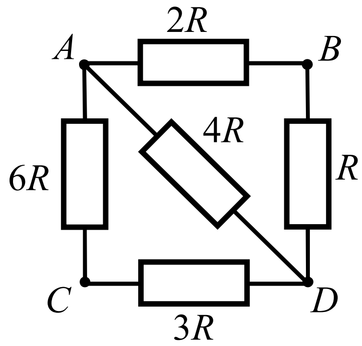
$$U_{AB} = I_3 \cdot R = U/4 = U_{BD}.$$

Отсюда следует, что напряжение между точками AиD $U_{AD} = 0$. Поэтому, если подключить между точками AиD резистор $4R$, то ток по нему будет равен нулю: $I_4 = 0/4R = 0$. Таким образом, при подключении между точками AиD резистора $4R$ токи I_2 и I_3 не изменятся, и по-прежнему

$$I_2 = I_1 \cdot \frac{3R}{4R} = 3{,}75 \text{ А}.$$

Ответ:$I_2 = I_1 \cdot \frac{3R}{4R} = 3{,}75$ А.

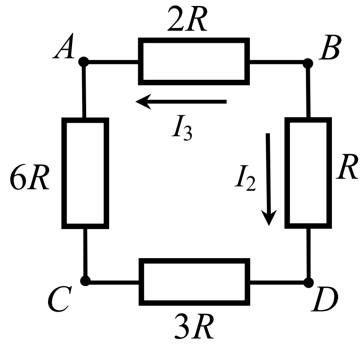
Задание 7.6.



В измерительных приборах, используемых в полевой геологии, встречаются электрические схемыразличной сложности. Рассмотрим фрагмент подобной схемы (см. рисунок). Сопротивления резисторов показаны на схеме, R = 80 Ом.
Если к точкам A и Dприложено постоянное напряжение U, то по резистору R течёт токI_1 = 5А. Какой ток I_2 течёт по резистору R, когда напряжение Uприложено к точкам B и C? Ответ в амперах округлите до сотых (например, 1,03 А, 0,50 А).

Решение.

1. Найдём напряжение U. Если к точкам A и Dприложено постоянное напряжение U, то по участку ABD течёт ток I_1. Сопротивление этого участка $R + 2R = 3R$.По закону Ома для участка цепи $U = I_1 \cdot 3R$.



2. Приложим напряжение Uк точкам B и C. Сначала уберём из схемы резистор $4R$ (см. рисунок). Тогда по цепи BDC, сопротивление которой $R + 3R = 4R$, потечёт ток $I_2 = U/4R$,а напряжение на резисторе $R U_{BD} = I_2 \cdot R = U/4$.В это время по цепи BAC, сопротивление которой $2R + 6R = 8R$, потечёт ток $I_3 = U/8R$,а напряжениена резисторе $2R$

$$U_{AB} = I_3 \cdot R = U/4 = U_{BD}.$$

Отсюда следует, что напряжение между точками AиD $U_{AD} = 0$. Поэтому, если подключить между точками AиD резистор $4R$, то ток по нему будет равен нулю: $I_4 = 0/4R = 0$. Таким образом, при подключении между точками AиD резистора $4R$ токи I_2 и I_3 не изменятся, и по-прежнему

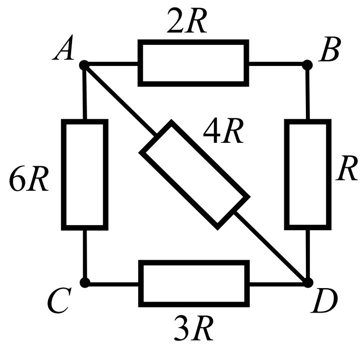
$$I_2 = I_1 \cdot \frac{3R}{5R} = 3{,}00 \text{ А}.$$

Ответ:$I_2 = I_1 \cdot \frac{3R}{5R} = 3{,}00$ А.

Задание 7.7.

В измерительных приборах, используемых в полевой геологии, встречаются электрические схемыразличной сложности. Рассмотрим фрагмент подобной схемы (см. рисунок). Сопротивления резисторов показаны на схеме, R = 80 Ом.

Если к точкам A и Dприложено постоянное напряжение U, то по резистору R течёт токI_1 = 5А. Какой ток I_2 течёт по резистору R, когда напряжение Uприложено к точкам B и C? Ответ в амперах округлите до сотых (например, 1,03 А, 0,50 А).

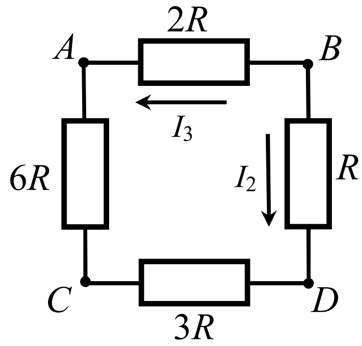


Решение.

1. Найдём напряжение U. Если к точкам A и Dприложено постоянное напряжение U, то по участку ABD течёт ток I_1. Сопротивление этого участка $R + 2R = 3R$.По закону Ома для участка цепи $U = I_1 \cdot 3R$.

2. Приложим напряжение Uк точкам B и C. Сначала уберём из схемы резистор $4R$ (см. рисунок). Тогда по цепи BDC, сопротивление которой $R + 3R = 4R$, потечёт ток $I_2 = U/4R$,а напряжение на резисторе $R U_{BD} = I_2 \cdot R = U/4$.В это время по цепи BAC, сопротивление которой $2R + 6R = 8R$, потечёт ток $I_3 = U/8R$,а напряжениена резисторе $2R$

$$U_{AB} = I_3 \cdot R = U/4 = U_{BD}.$$



Отсюда следует, что напряжение между точками AиD $U_{AD} = 0$. Поэтому, если подключить между точками AиD резистор $4R$, то ток по нему будет равен нулю: $I_4 = 0/4R = 0$. Таким образом, при подключении между точками AиD резистора $4R$ токи I_2 и I_3 не изменятся, и по-прежнему

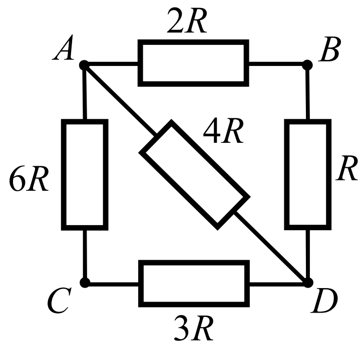
$$I_2 = I_1 \cdot \frac{3R}{6R} = 2{,}50 \text{ А}.$$

Ответ:$I_2 = I_1 \cdot \frac{3R}{6R} = 2{,}50$ А.

Задание 7.8.

В измерительных приборах, используемых в полевой геологии, встречаются электрические схемыразличной сложности. Рассмотрим фрагмент подобной схемы (см. рисунок). Сопротивления резисторов показаны на схеме, R = 80 Ом.

Если к точкам A и Dприложено постоянное напряжение U, то по резистору R течёт токI_1 = 6А. Какой ток I_2 течёт по резистору R, когда напряжение Uприложено к точкам B и C? Ответ в амперах округлите до сотых (например, 1,03 А, 0,50 А).

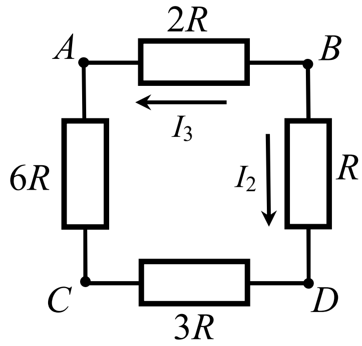


Решение.

1. Найдём напряжение U. Если к точкам A и Dприложено постоянное напряжение U, то по участку ABD течёт ток I_1. Сопротивление этого участка $R + 2R = 3R$.По закону Ома для участка цепи $U = I_1 \cdot 3R$.

2. Приложим напряжение Uк точкам B и C. Сначала уберём из схемы резистор $4R$ (см. рисунок). Тогда по цепи BDC, сопротивление которой $R + 3R = 4R$, потечёт ток $I_2 = U/4R$,а напряжение на резисторе $R U_{BD} = I_2 \cdot R = U/4$.В это время по цепи BAC, сопротивление которой $2R + 6R = 8R$, потечёт ток $I_3 = U/8R$,а напряжениена резисторе $2R$

$$U_{AB} = I_3 \cdot R = U/4 = U_{BD}.$$



Отсюда следует, что напряжение между точками AиD $U_{AD} = 0$. Поэтому, если подключить между точками AиD резистор $4R$, то ток по нему будет равен нулю: $I_4 = 0/4R = 0$. Таким образом, при подключении между точками AиD резистора $4R$ токи I_2 и I_3 не изменятся, и по-прежнему

$$I_2 = I_1 \cdot \frac{3R}{8R} = 2{,}25 \text{ А}.$$

Ответ:$I_2 = I_1 \cdot \frac{3R}{8R} = 2{,}25$ А.

Задание 8. Вариант 1.

Горизонтальный водоносный слой однородной породы известной толщины пройден вертикальной скважиной, в нижней точке которой работает насос для откачки воды. В результате работы насоса в указанном слое водоносной породы образуется депрессионная воронка, которая в каждый момент времени имеет форму прямого конуса, основание которого находится на верхней границе слоя. На каком расстоянии от верхней точки скважины находится граница воронки в верхней части водоносного слоя через 2 часа после начала работы насоса, если через один час она находилась на расстоянии 5 м? Ответ дайте с точностью до 10^{-2}.

Решение. Через час работы насоса объем воды в конусообразной воронке равен $V = \frac{1}{3}\pi r^2 h$, где r – радиус окружности в основании конуса, h - высота конуса. Через t часов работы объем будет равен $tV = \frac{1}{3}\pi r_1^2 h$, где r_1- радиус окружности после t часов работы. Отсюда отношение $\frac{r_1}{r} = \sqrt{t}$. Следовательно, искомая величина равна $r\sqrt{t}$= 7.07

Ответ: 7.07 м

Задание 8. Вариант 2.

Горизонтальный водоносный слой однородной породы известной толщины пройден вертикальной скважиной, в нижней точке которой работает насос для откачки воды. В результате работы насоса в указанном слое водоносной породы образуется депрессионная воронка, которая в каждый момент времени имеет форму прямого конуса, основание которого находится на верхней границе слоя. На каком расстоянии от верхней точки скважины находится граница воронки в верхней части водоносного слоя через 3 часа после начала работы насоса, если через один час она находилась на расстоянии 4 м? Ответ дайте с точностью до 10^{-2}.

Решение. Через час работы насоса объем воды в конусообразной воронке равен $V = \frac{1}{3}\pi r^2 h$, где r – радиус окружности в основании конуса, h - высота конуса. Через t часов работы объем будет равен $tV = \frac{1}{3}\pi r_1^2 h$, где r_1- радиус окружности после t часов работы. Отсюда отношение $\frac{r_1}{r} = \sqrt{t}$. Следовательно, искомая величина равна $r\sqrt{t}$= 6.93

Ответ: 6.93 м

Задание 8. Вариант 3.

Горизонтальный водоносный слой однородной породы известной толщины пройден вертикальной скважиной, в нижней точке которой работает насос для откачки воды. В результате работы насоса в указанном слое водоносной породы образуется депрессионная воронка, которая в каждый момент времени имеет форму прямого конуса, основание которого находится на верхней границе слоя. На каком расстоянии от верхней точки скважины находится граница воронки в верхней части водоносного слоя через 5 часов после начала работы насоса, если через один час она находилась на расстоянии 3 м? Ответ дайте с точностью до 10^{-2}.

Решение. Через час работы насоса объем воды в конусообразной воронке равен $V = \frac{1}{3}\pi r^2 h$, где r – радиус окружности в основании конуса, h - высота конуса. Через t часов работы объем будет равен $tV = \frac{1}{3}\pi r_1^2 h$, где r_1- радиус окружности после t часов работы. Отсюда отношение $\frac{r_1}{r} = \sqrt{t}$. Следовательно, искомая величина равна $r\sqrt{t}$= 6.71

Ответ: 6.71 м

Задание 8. Вариант 4.

Горизонтальный водоносный слой однородной породы известной толщины пройден вертикальной скважиной, в нижней точке которой работает насос для откачки воды. В результате работы насоса в указанном слое водоносной породы образуется депрессионная воронка, которая в каждый момент времени имеет форму прямого конуса, основание которого находится на верхней границе слоя. На каком расстоянии от верхней точки скважины находится граница воронки в верхней части водоносного слоя через 6 часов после начала работы насоса, если через один час она находилась на расстоянии 4 м? Ответ дайте с точностью до 10^{-2}.

Решение. Через час работы насоса объем воды в конусообразной воронке равен $V = \frac{1}{3}\pi r^2 h$, где r – радиус окружности в основании конуса, h - высота конуса. Через t часов работы объем будет равен $tV = \frac{1}{3}\pi r_1^2 h$, где r_1- радиус окружности после t часов работы. Отсюда отношение $\frac{r_1}{r} = \sqrt{t}$. Следовательно, искомая величина равна $r\sqrt{t}$= 9.80

Ответ: 9.80 м

Задание 8. Вариант 5.

Горизонтальный водоносный слой однородной породы известной толщины пройден вертикальной скважиной, в нижней точке которой работает насос для откачки воды. В результате работы насоса в указанном слое водоносной породы образуется депрессионная воронка, которая в каждый момент времени имеет форму прямого конуса, основание которого находится на верхней границе слоя. На каком расстоянии от верхней точки скважины находится граница воронки в верхней части водоносного слоя через 7 часов после начала работы насоса, если через один час она находилась на расстоянии 5 м? Ответ дайте с точностью до 10^{-2}.

Решение. Через час работы насоса объем воды в конусообразной воронке равен $V = \frac{1}{3}\pi r^2 h$, где r – радиус окружности в основании конуса, h - высота конуса. Через t часов работы объем будет равен $tV = \frac{1}{3}\pi r_1^2 h$, где r_1- радиус окружности после t часов работы. Отсюда отношение $\frac{r_1}{r} = \sqrt{t}$. Следовательно, искомая величина равна $r\sqrt{t}$= 13.23

Ответ: 13.23 м

Задание 8. Вариант 6.

Горизонтальный водоносный слой однородной породы известной толщины пройден вертикальной скважиной, в нижней точке которой работает насос для откачки воды. В результате работы насоса в указанном слое водоносной породы образуется депрессионная воронка, которая в каждый момент времени имеет форму прямого конуса, основание которого находится на верхней границе слоя. На каком расстоянии от верхней точки скважины находится граница воронки в верхней части водоносного слоя через 3 часа после начала работы насоса, если через один час она находилась на расстоянии 4 м? Ответ дайте с точностью до 10^{-2}.

Решение. Через час работы насоса объем воды в конусообразной воронке равен $V = \frac{1}{3}\pi r^2 h$, где r – радиус окружности в основании конуса, h - высота конуса. Через t часов работы объем будет равен $tV = \frac{1}{3}\pi r_1^2 h$, где r_1- радиус окружности после t часов работы. Отсюда отношение $\frac{r_1}{r} = \sqrt{t}$. Следовательно, искомая величина равна $r\sqrt{t}$= 6.93

Ответ: 6.93 м

Задание 8. Вариант 7.

Горизонтальный водоносный слой однородной породы известной толщины пройден вертикальной скважиной, в нижней точке которой работает насос для откачки воды. В результате работы насоса в указанном слое водоносной породы образуется депрессионная воронка, которая в каждый момент времени имеет форму прямого конуса, основание которого находится на верхней границе слоя. На каком расстоянии от верхней точки скважины находится граница воронки в верхней части водоносного слоя через 7 часов после начала работы насоса, если через один час она находилась на расстоянии 2 м? Ответ дайте с точностью до 10^{-2}.

Решение. Через час работы насоса объем воды в конусообразной воронке равен $V = \frac{1}{3}\pi r^2 h$, где r – радиус окружности в основании конуса, h - высота конуса. Через t часов работы объем будет равен $tV = \frac{1}{3}\pi r_1^2 h$, где r_1- радиус окружности после t часов работы. Отсюда отношение $\frac{r_1}{r} = \sqrt{t}$. Следовательно, искомая величина равна $r\sqrt{t}$= 5.29

Ответ: 5.29 м

Задание 8. Вариант 8.

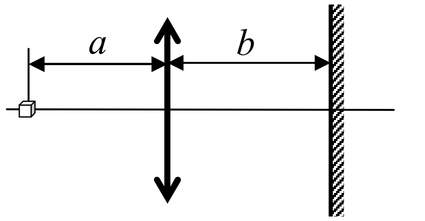
Горизонтальный водоносный слой однородной породы известной толщины пройден вертикальной скважиной, в нижней точке которой работает насос для откачки воды. В результате работы насоса в указанном слое водоносной породы образуется депрессионная воронка, которая в каждый момент времени имеет форму прямого конуса, основание которого находится на верхней границе слоя. На каком расстоянии от верхней точки скважины находится граница воронки в верхней части водоносного слоя через 3 часа после начала работы насоса, если через один час она находилась на расстоянии 4 м? Ответ дайте с точностью до 10^{-2}.

Решение. Через час работы насоса объем воды в конусообразной воронке равен $V = \frac{1}{3}\pi r^2 h$, где r – радиус окружности в основании конуса, h - высота конуса. Через t часов работы объем будет равен $tV = \frac{1}{3}\pi r_1^2 h$, где r_1- радиус окружности после t часов работы. Отсюда отношение $\frac{r_1}{r} = \sqrt{t}$. Следовательно, искомая величина равна $r\sqrt{t}$= 6.93

Ответ: 6.93 м

Задание 9. Вариант 1.

Маленький кристалл кубической формы находится на главной оптической оси тонкой собирающей линзы на расстоянии a от неё. С другой стороны линзы на расстоянии bот неё установлено плоское зеркало (см. рисунок). Если $a = a_1 = 10$ см или $a = a_2 = 15$ см, то действительное изображение кристалла в оптической системе «линза – зеркало»оказывается на том же месте, гденаходится кристалл. Найдите расстояние b. Ответ в сантиметрах округлите до целых (например, 25 см, 37 см, 52 см).



Решение.
Действительное изображение кристалла в оптической системе «линза – зеркало» окажется на том же месте, где находится кристалл, в двух случаях.

1. Если кристалл расположен на главной оптической оси линзы в её фокусе ($a = F$), то справа от линзы лучи$1'$и $2'$ от кристалла идут параллельно главной оптической оси линзы и падают на зеркало по нормали к его поверхности. Поскольку угол падения равен углу отражения, лучи$1''$и$2''$после отражения от зеркала снова идут параллельно главной оптической оси линзы и, пройдя линзу справа налево, собираются в её фокусе (см. рис. 1). При этом расстояние b может быть любым.

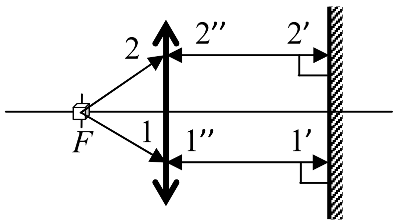


Рис. 1

2. Если кристалл расположен на главной оптической оси линзы левее фокуса($a > F$), тосправа от линзы лучи от кристаллаобразуют сходящийся пучок и, если зеркала нет, формируют на главной оптической оси линзы действительное изображение кристалла. Расстояние b определим по формуле линзы:

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F}.$$

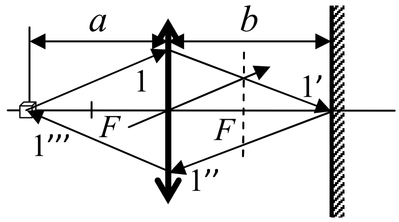


Рис. 2

Если теперьпоставить зеркало там, где находится это изображение кристалла, то лучи, сформировавшие изображение, отразятся в зеркале и пойдут к линзе как лучи от предмета, находящегося на расстоянии b от линзы (см. рис. 2). По формуле линзы получаем, что левее линзы эти лучи сойдутся и дадут действительное изображение на расстоянии a от неё, то есть там, где находится кристалл.

Поскольку в условии задачи $a_1 < a_2$, то $a_1 = F$ и

$$\frac{1}{a_2} + \frac{1}{b} = \frac{1}{a_1}.$$

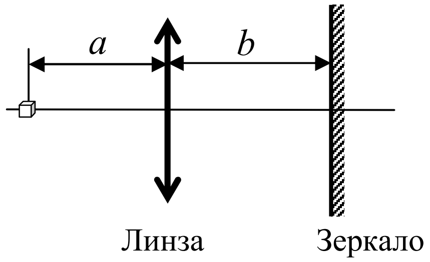
Отсюда

$$b = \frac{a_1 \cdot a_2}{a_2 - a_1} = \frac{10 \cdot 15}{15 - 10} = 30 \text{ см}.$$

Ответ:

$$\frac{1}{a_1} = \frac{1}{a_2} + \frac{1}{b}\,, \qquad \text{откуда } b = 30 \text{ см}.$$

Задание 9. Вариант 2.



Маленький кристалл кубической формы находится на главной оптической оси тонкой собирающей линзы на расстоянии a от неё. С другой стороны линзы на расстоянии bот неё установлено плоское зеркало (см. рисунок). Если $a = a_1 = 12$ см или $a = a_2 = 18$ см, то действительное изображение кристалла в оптической системе «линза – зеркало» оказывается на том же месте, где находится кристалл. Найдите расстояние b. Ответ в сантиметрах округлите до целых (например, 25 см, 37 см, 52 см).

Решение.
Действительное изображение кристалла в оптической системе «линза – зеркало» окажется на том же месте, где находится кристалл, в двух случаях.

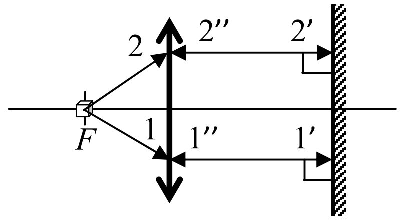


Рис. 1

1. Если кристалл расположен на главной оптической оси линзы в её фокусе ($a = F$), то справа от линзы лучи$1'$и $2'$ от кристалла идут параллельно главной оптической оси линзы и падают на зеркало по нормали к его поверхности. Поскольку угол падения равен углу отражения, лучи$1''$и$2''$после отражения от зеркала снова идут параллельно главной оптической оси линзы и, пройдя линзу справа налево, собираются в её фокусе (см. рис. 1). При этом расстояние b может быть любым.

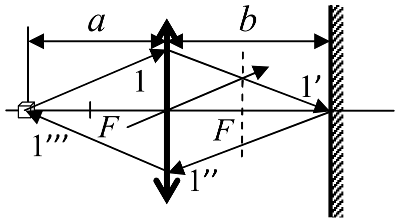


Рис. 2

2. Если кристалл расположен на главной оптической оси линзы левее фокуса($a > F$), тосправа от линзы лучи от кристаллаобразуют сходящийся пучок и, если зеркала нет, формируют на главной оптической оси линзы действительное изображение кристалла. Расстояние b определим по формуле линзы:

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F}.$$

Если теперьпоставить зеркало там, где находится это изображение кристалла, то лучи, сформировавшие изображение, отразятся в зеркале и пойдут к линзе как лучи от предмета, находящегося на расстоянии b от линзы (см. рис. 2). По формуле линзы получаем, что левее линзы эти лучи сойдутся и дадут действительное изображение на расстоянии a от неё, то есть там, где находится кристалл.

Поскольку в условии задачи $a_1 < a_2$, то $a_1 = F$ и

$$\frac{1}{a_2} + \frac{1}{b} = \frac{1}{a_1}.$$

Отсюда

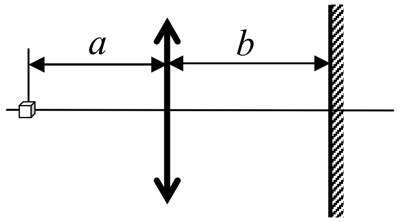
$$b = \frac{a_1 \cdot a_2}{a_2 - a_1}$$

Ответ:

$$\frac{1}{a_1} = \frac{1}{a_2} + \frac{1}{b}, \qquad \text{откуда } b = 36 \text{ см.}$$

Задание 9. Вариант 3.

Маленький кристалл кубической формы находится на главной оптической оси тонкой собирающей линзы на расстоянии a от неё. С другой стороны линзы на расстоянии bот неё установлено плоское зеркало (см. рисунок). Если $a = a_1 = 12$ см или $a = a_2 = 16$ см, то действительное изображение кристалла в оптической системе «линза – зеркало» оказывается на том же месте, где находится кристалл. Найдите расстояние b. Ответ в сантиметрах округлите до целых (например, 25 см, 37 см, 52 см).



Решение.

Действительное изображение кристалла в оптической системе «линза – зеркало» окажется на том же месте, где находится кристалл, в двух случаях.

1. Если кристалл расположен на главной оптической оси линзы в её фокусе ($a = F$), то справа от линзы лучи$1'$и $2'$ от кристалла идут параллельно главной оптической оси линзы и падают на зеркало по нормали к его поверхности. Поскольку угол падения равен углу отражения, лучи$1''$и$2''$после отражения от зеркала снова идут параллельно главной оптической оси линзы и, пройдя линзу справа налево, собираются в её фокусе (см. рис. 1). При этом расстояние b может быть любым.

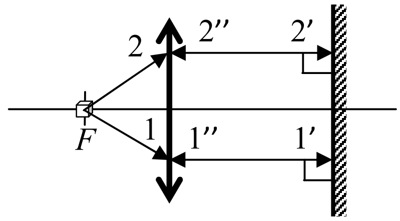


Рис. 1

2. Если кристалл расположен на главной оптической оси линзы левее фокуса($a > F$), тосправа от линзы лучи от кристаллаобразуют сходящийся пучок и, если зеркала нет, формируют на главной оптической оси линзы действительное изображение кристалла. Расстояние b определим по формуле линзы:

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F}.$$

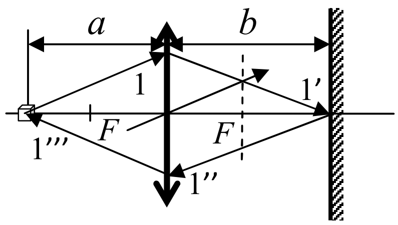


Рис. 2

Если теперьпоставить зеркало там, где находится это изображение кристалла, то лучи, сформировавшие изображение, отразятся в зеркале и пойдут к линзе как лучи от предмета, находящегося на расстоянии b от линзы (см. рис. 2). По формуле линзы получаем, что левее линзы эти лучи сойдутся и дадут действительное изображение на расстоянии a от неё, то есть там, где находится кристалл.

Поскольку в условии задачи $a_1 < a_2$, то $a_1 = F$ и

$$\frac{1}{a_2} + \frac{1}{b} = \frac{1}{a_1}.$$

Отсюда

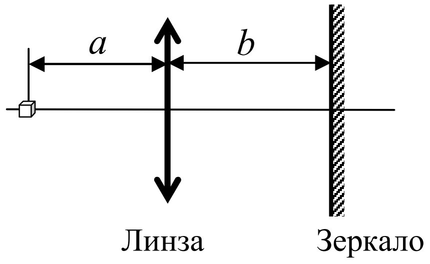
$$b = \frac{a_1 \cdot a_2}{a_2 - a_1}$$

Ответ:

$$\frac{1}{a_1} = \frac{1}{a_2} + \frac{1}{b}, \qquad \text{откуда } b = 48 \text{ см}.$$

Задание 9. Вариант 4.

Маленький кристалл кубической формы находится на главной оптической оси тонкой собирающей линзы на расстоянии a от неё. С другой стороны линзы на расстоянии bот неё установлено плоское зеркало (см. рисунок). Если $a = a_1 = 12$ см или $a = a_2 = 15$ см, то действительное изображение кристалла в оптической системе «линза – зеркало» оказывается на том же месте, где находится кристалл. Найдите расстояние b. Ответ в сантиметрах округлите до целых (например, 25 см, 37 см, 52 см).



Решение.
Действительное изображение кристалла в оптической системе «линза – зеркало» окажется на том же месте, где находится кристалл, в двух случаях.

1. Если кристалл расположен на главной оптической оси линзы в её фокусе ($a = F$), то справа от линзы лучи$1'$и $2'$ от кристалла идут параллельно главной оптической оси линзы и падают на зеркало по нормали к его поверхности. Поскольку угол падения равен углу отражения, лучи$1''$и$2''$после отражения от зеркала снова идут параллельно главной оптической оси линзы и, пройдя линзу справа налево, собираются в её фокусе (см. рис. 1). При этом расстояние b может быть любым.

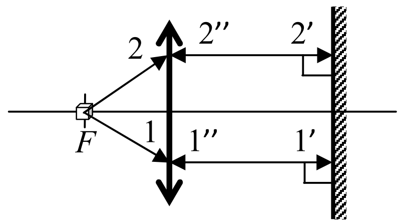


Рис. 1

2. Если кристалл расположен на главной оптической оси линзы левее фокуса($a > F$), тосправа от линзы лучи от кристаллаобразуют сходящийся пучок и, если зеркала нет, формируют на главной оптической оси линзы действительное изображение кристалла. Расстояние b определим по формуле линзы:

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F}.$$

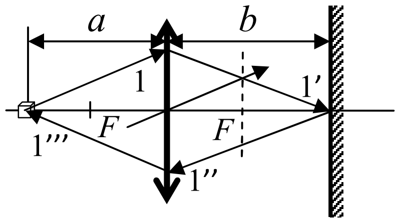


Рис. 2

Если теперьпоставить зеркало там, где находится это изображение кристалла, то лучи, сформировавшие изображение, отразятся в зеркале и пойдут к линзе как лучи от предмета, находящегося на расстоянии b от линзы (см. рис. 2). По формуле линзы получаем, что левее линзы эти лучи сойдутся и дадут действительное изображение на расстоянии a от неё, то есть там, где находится кристалл.

Поскольку в условии задачи $a_1 < a_2$, то $a_1 = F$ и

$$\frac{1}{a_2} + \frac{1}{b} = \frac{1}{a_1}.$$

Отсюда

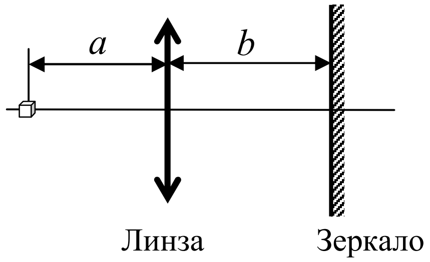
$$b = \frac{a_1 \cdot a_2}{a_2 - a_1}$$

Ответ:

$$\frac{1}{a_1} = \frac{1}{a_2} + \frac{1}{b}\ , \qquad \text{откуда } b\ =\ 60 \text{ см.}$$

Задание 9. Вариант 5.

Маленький кристалл кубической формы находится на главной оптической оси тонкой собирающей линзы на расстоянии a от неё. С другой стороны линзы на расстоянии bот неё установлено плоское зеркало (см. рисунок). Если $a = a_1 = 12$ см или $a = a_2 = 30$ см, то действительное изображение кристалла в оптической системе «линза – зеркало» оказывается на том же месте, где находится кристалл. Найдите расстояние b. Ответ в сантиметрах округлите до целых (например, 25 см, 37 см, 52 см).



Решение.
Действительное изображение кристалла в оптической системе «линза – зеркало» окажется на том же месте, где находится кристалл, в двух случаях.

1. Если кристалл расположен на главной оптической оси линзы в её фокусе ($a = F$), то справа от линзы лучи$1'$и $2'$ от кристалла идут параллельно главной оптической оси линзы и падают на зеркало по нормали к его поверхности. Поскольку угол падения равен углу отражения, лучи$1''$и$2''$после отражения от зеркала снова идут параллельно главной оптической оси линзы и, пройдя линзу справа налево, собираются в её фокусе (см. рис. 1). При этом расстояние b может быть любым.

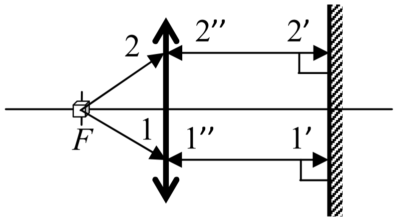


Рис. 1

2. Если кристалл расположен на главной оптической оси линзы левее фокуса($a > F$), тосправа от линзы лучи от кристаллаобразуют сходящийся пучок и, если зеркала нет, формируют на главной оптической оси линзы действительное изображение кристалла. Расстояние b определим по формуле линзы:

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F}.$$

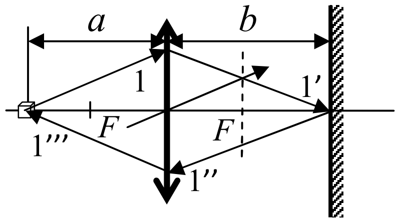


Рис. 2

Если теперьпоставить зеркало там, где находится это изображение кристалла, то лучи, сформировавшие изображение, отразятся в зеркале и пойдут к линзе как лучи от предмета, находящегося на расстоянии b от линзы (см. рис. 2). По формуле линзы получаем, что левее линзы эти лучи сойдутся и дадут действительное изображение на расстоянии a от неё, то есть там, где находится кристалл.

Поскольку в условии задачи $a_1 < a_2$, то $a_1 = F$ и

$$\frac{1}{a_2} + \frac{1}{b} = \frac{1}{a_1}.$$

Отсюда

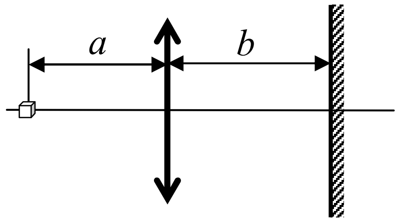
$$b = \frac{a_1 \cdot a_2}{a_2 - a_1}$$

Ответ:

$$\frac{1}{a_1} = \frac{1}{a_2} + \frac{1}{b}\ , \qquad \text{откуда } b = 20 \text{ см.}$$

Задание 9. Вариант 6.

Маленький кристалл кубической формы находится на главной оптической оси тонкой собирающей линзы на расстоянии a от неё. С другой стороны линзы на расстоянии bот неё установлено плоское зеркало (см. рисунок). Если $a = a_1 = 15$ см или $a = a_2 = 24$ см, то действительное изображение кристалла в оптической системе «линза – зеркало» оказывается на том же месте, где находится кристалл. Найдите расстояние b. Ответ в сантиметрах округлите до целых (например, 25 см, 37 см, 52 см).



Решение.
Действительное изображение кристалла в оптической системе «линза – зеркало» окажется на том же месте, где находится кристалл, в двух случаях.

1. Если кристалл расположен на главной оптической оси линзы в её фокусе ($a = F$), то справа от линзы лучи$1'$и $2'$ от кристалла идут параллельно главной оптической оси линзы и падают на зеркало по нормали к его поверхности. Поскольку угол падения равен углу отражения, лучи$1''$и$2''$после отражения от зеркала снова идут параллельно главной оптической оси линзы и, пройдя линзу справа налево, собираются в её фокусе (см. рис. 1). При этом расстояние b может быть любым.

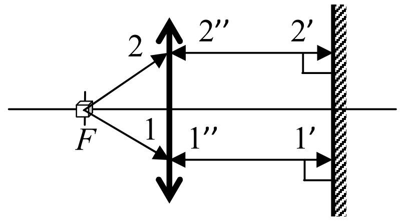


Рис. 1

2. Если кристалл расположен на главной оптической оси линзы левее фокуса($a > F$), тосправа от линзы лучи от кристаллаобразуют сходящийся пучок и, если зеркала нет, формируют на главной оптической оси линзы действительное изображение кристалла. Расстояние b определим по формуле линзы:

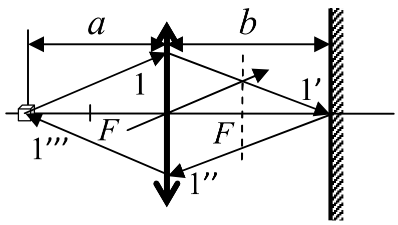


Рис. 2

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F}.$$

Если теперьпоставить зеркало там, где находится это изображение кристалла, то лучи, сформировавшие изображение, отразятся в зеркале и пойдут к линзе как лучи от предмета, находящегося на расстоянии b от линзы (см. рис. 2). По формуле линзы получаем, что левее линзы эти лучи сойдутся и дадут действительное изображение на расстоянии a от неё, то есть там, где находится кристалл.

Поскольку в условии задачи $a_1 < a_2$, то $a_1 = F$ и

$$\frac{1}{a_2} + \frac{1}{b} = \frac{1}{a_1}.$$

Отсюда

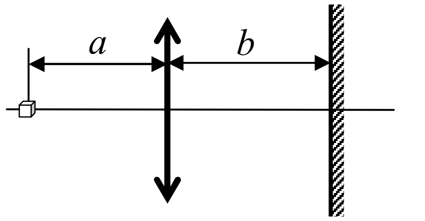
$$b = \frac{a_1 \cdot a_2}{a_2 - a_1}$$

Ответ:

$$\frac{1}{a_1} = \frac{1}{a_2} + \frac{1}{b}\,, \qquad \text{откуда } b = 40 \text{ см.}$$

Задание 9. Вариант 7.

Маленький кристалл кубической формы находится на главной оптической оси тонкой собирающей линзы на расстоянии a от неё. С другой стороны линзы на расстоянии bот неё установлено плоское зеркало (см. рисунок). Если $a = a_1 = 15$ см или $a = a_2 = 18$ см, то действительное изображение кристалла в оптической системе «линза – зеркало» оказывается на том же месте, где находится кристалл. Найдите расстояние b. Ответ в сантиметрах округлите до целых (например, 25 см, 37 см, 52 см).



Решение.
Действительное изображение кристалла в оптической системе «линза – зеркало» окажется на том же месте, где находится кристалл, в двух случаях.

1. Если кристалл расположен на главной оптической оси линзы в её фокусе ($a = F$), то справа от линзы лучи$1'$и $2'$ от кристалла идут параллельно главной оптической оси линзы и падают на зеркало по нормали к его поверхности. Поскольку угол падения равен углу отражения, лучи$1''$и$2''$после отражения от зеркала снова идут параллельно главной оптической оси линзы и, пройдя линзу справа налево, собираются в её фокусе (см. рис. 1). При этом расстояние b может быть любым.

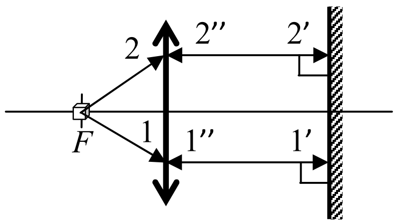


Рис. 1

2. Если кристалл расположен на главной оптической оси линзы левее фокуса($a > F$), тосправа от линзы лучи от кристаллаобразуют сходящийся пучок и, если зеркала нет, формируют на главной оптической оси линзы действительное изображение кристалла. Расстояние b определим по формуле линзы:

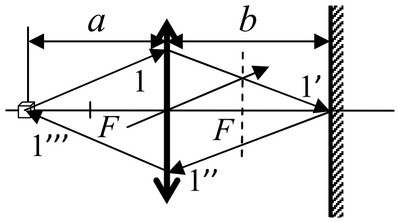


Рис. 2

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F}.$$

Если теперьпоставить зеркало там, где находится это изображение кристалла, то лучи, сформировавшие изображение, отразятся в зеркале и пойдут к линзе как лучи от предмета, находящегося на расстоянии b от линзы (см. рис. 2). По формуле линзы получаем, что левее линзы эти лучи сойдутся и дадут действительное изображение на расстоянии a от неё, то есть там, где находится кристалл.

Поскольку в условии задачи $a_1 < a_2$, то $a_1 = F$ и

$$\frac{1}{a_2} + \frac{1}{b} = \frac{1}{a_1}.$$

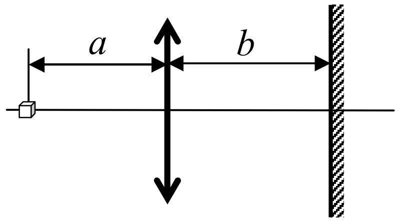
Отсюда

$$b = \frac{a_1 \cdot a_2}{a_2 - a_1}$$

Ответ:

$$\frac{1}{a_1} = \frac{1}{a_2} + \frac{1}{b}\ , \qquad \text{откуда } b = 90 \text{ см.}$$

Задание 9. Вариант 8.



Маленький кристалл кубической формы находится на главной оптической оси тонкой собирающей линзы на расстоянии a от неё. С другой стороны линзы на расстоянии bот неё установлено плоское зеркало (см. рисунок). Если $a = a_1 = 18$ см или $a = a_2 = 27$ см, то действительное изображение кристалла в оптической системе «линза – зеркало» оказывается на том же месте, где находится кристалл. Найдите расстояние b. Ответ в сантиметрах округлите до целых (например, 25 см, 37 см, 52 см).

Решение.
Действительное изображение кристалла в оптической системе «линза – зеркало» окажется на том же месте, где находится кристалл, в двух случаях.

1. Если кристалл расположен на главной оптической оси линзы в её фокусе ($a = F$), то справа от линзы лучи$1'$и $2'$ от кристалла идут параллельно главной оптической оси линзы и падают на зеркало по нормали к его поверхности. Поскольку угол падения равен углу отражения, лучи$1''$и$2''$после отражения от зеркала снова идут параллельно главной оптической оси линзы и, пройдя линзу справа налево, собираются в её фокусе (см. рис. 1). При этом расстояние b может быть любым.

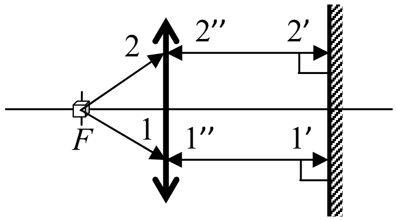


Рис. 1

2. Если кристалл расположен на главной оптической оси линзы левее фокуса($a > F$), тосправа от линзы лучи от кристаллаобразуют сходящийся пучок и, если зеркала нет, формируют на главной оптической оси линзы действительное изображение кристалла. Расстояние b определим по формуле линзы:

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F}.$$

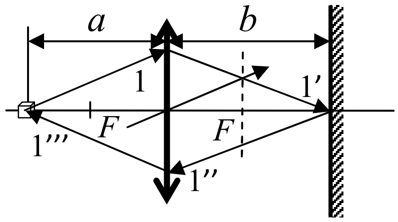


Рис. 2

Если теперьпоставить зеркало там, где находится это изображение кристалла, то лучи, сформировавшие изображение, отразятся в зеркале и пойдут к линзе как лучи от предмета, находящегося на расстоянии b от линзы (см. рис. 2). По формуле линзы получаем, что левее линзы эти лучи сойдутся и дадут действительное изображение на расстоянии a от неё, то есть там, где находится кристалл.

Поскольку в условии задачи $a_1 < a_2$, то $a_1 = F$ и

$$\frac{1}{a_2} + \frac{1}{b} = \frac{1}{a_1}.$$

Отсюда

$$b = \frac{a_1 \cdot a_2}{a_2 - a_1}$$

Ответ:

$$\frac{1}{a_1} = \frac{1}{a_2} + \frac{1}{b}\,, \qquad \text{откуда } b = 54 \text{ см}.$$