

Олимпиада школьников «Ломоносов» по ГЕОЛОГИИ

Заключительный этап (5-8 классы)

Задание 1. (20 баллов)

Две группы геологов одновременно выехали из лагеря на двух вездеходах в два пункта, расположенных на равных расстояниях от лагеря.

В обоих пунктах геологи проводили работы, назначенные по плану.

Обе группы одновременно вернулись в лагерь.

Первая группа находилась в вездеходе в 2 раза больше времени, чем вторая выполняла работы.

Вторая группа находилась в вездеходе в 3 раза больше времени, чем первая выполняла работу на пункте.

Какая группа быстрее ехала на вездеходе?

Решение:

1-я : $2x$ часов - время на езду, y часов - время на работу.

2-я : $3y$ часов - время на езду, x часов - время на работу

$$2x + y = 3y + x; x = 2y.$$

Вторая группа работала в два раза больше, чем первая, следовательно, она ехала быстрее первой.

Ответ: Вторая группа ехала быстрее.

Задание 2. (15 баллов)

В кастрюле, накрытой крышкой, находится лёд при температуре $t_1 = -10^\circ\text{C}$. Когда ему сообщили количество теплоты Q , весь лёд растаял, а образовавшаяся вода нагрелась до температуры $t_2 = 40^\circ\text{C}$. Какая температура t была у содержимого кастрюли, когда лёд получил только $0,6Q$? Испарением и тепловыми потерями пренебречь.

Удельная теплоёмкость льда $c_1 = 2,1 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$.

Удельная теплоёмкость воды $c_2 = 4,2 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$.

Удельная теплота плавления льда $\lambda = 330 \text{ кДж}/\text{кг}$.

Решение:

Пусть масса льда равна m . Тогда $Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$, где

$$Q_1 = c_1 m (0^\circ\text{C} - t_1) -$$

количество теплоты, нужное, чтобы нагреть весь лёд до температуры плавления (0°C),

$$Q_2 = \lambda m -$$

количество теплоты, нужное, чтобы расплавить весь лёд, нагретый до температуры плавления,

$$Q_3 = c_2 m (t_2 - 0^\circ\text{C}) -$$

количество теплоты, нужное, чтобы нагреть образовавшуюся при плавлении воду до температуры t_2 .

Вычислим отношение

$$\frac{Q_1}{Q} = \frac{c_1 m(0^\circ\text{C} - t_1)}{c_1 m(0^\circ\text{C} - t_1) + \lambda m + c_2 m(t_2 - 0^\circ\text{C})} = \frac{c_1(0^\circ\text{C} - t_1)}{c_1(0^\circ\text{C} - t_1) + \lambda + c_2(t_2 - 0^\circ\text{C})} =$$

$$= \frac{2,1 \cdot 10}{2,1 \cdot 10 + 330 + 4,2 \cdot 40} = \frac{21}{519} \approx 0,04.$$

Вычислим отношение

$$\frac{Q_1 + Q_2}{Q} = \frac{c_1 m(0^\circ\text{C} - t_1) + \lambda m}{c_1 m(0^\circ\text{C} - t_1) + \lambda m + c_2 m(t_2 - 0^\circ\text{C})} = \frac{c_1(0^\circ\text{C} - t_1) + \lambda}{c_1(0^\circ\text{C} - t_1) + \lambda + c_2(t_2 - 0^\circ\text{C})} =$$

$$= \frac{2,1 \cdot 10 + 330}{2,1 \cdot 10 + 330 + 4,2 \cdot 40} = \frac{351}{519} \approx 0,68.$$

Отсюда следует, что $Q_1 < 0,6 Q < Q_1 + Q_2$. Это значит, что количества теплоты $0,6 Q$ достаточно, чтобы нагреть весь лёд до температуры плавления (0°C), но не хватит, чтобы расплавить весь лёд, нагретый до температуры плавления. Таким образом, температура содержимого кастрюли $t = 0^\circ\text{C}$.

Ответ: $t = 0^\circ\text{C}$

Задание 3. (20 баллов)

В 12 шурфах, пронумерованных в таблице числами 1-12 золотоискателями, было найдено 200 золотых самородков, при этом сумма найденных самородков в любых трех шурфах с подряд идущими номерами одинаковая. Заполните таблицу в соответствии с результатами работы золотоискателей.

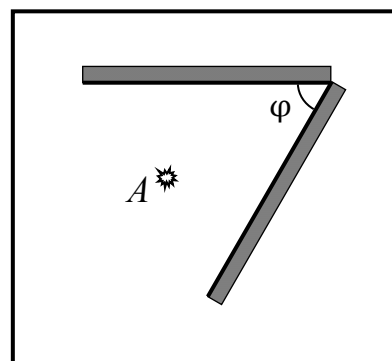
№ шурфа	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Количество самородков				17				20				

Ответ:

№ шурфа	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Кол-во самородков	17	20	13	17	20	13	17	20	13	17	20	13

Задание 4. (15 баллов)

На горизонтальном столе установлены два вертикальных плоских зеркала прямоугольной формы. Зеркала касаются друг друга одной стороной. Угол между зеркалами $\varphi = 60^\circ$ (см. рисунок, вид сверху). Между зеркалами находится точечный источник света A . Расстояние от него до каждого из зеркал $b = 30$ см. Чему равно расстояние от источника света до его самого дальнего изображения в этой системе зеркал?



Решение:

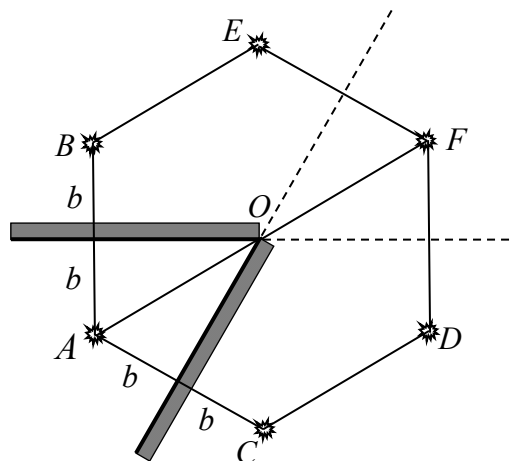
Построим изображения источника света A в зеркалах.

Лучи от источника A , один раз отразившись от зеркал, дадут мнимые изображения B и C .

Отразившись от зеркал дважды, по одному разу от каждого зеркала, лучи от источника A дадут мнимые изображения D и E .

Наконец, отразившись от зеркал трижды, лучи от источника A дадут мнимое изображение F .

Из построения видно, что шестиугольник $ABEFDC$ – правильный со стороной $2b$. Самое дальнее изображение источника A находится в точке F . Расстояние $AF = 2AB = 4b = 120$ см.



Ответ: $L = 4b = 120$ см

Задание 5. (15 баллов)

Какие горные породы называются метаморфическими? Приведите примеры. Какое они имеют практическое значение для человека?

Ответ:

Метаморфическими называют горные породы, образовавшиеся в толще земной коры под действием метаморфизма. Метаморфизм представляет собой геологический процесс, при котором исходные осадочные, магматические и даже метаморфические горные породы оказываются на большой глубине, испытывают воздействие высокой температуры, давления и горячих летучих веществ, происходит их преобразование, перекристаллизация, уплотнение, обезвоживание, сохраняя при этом твердое состояние.

Минеральный состав метаморфических пород зависит от состава исходных пород. Например, осадочная горная порода известняк в процессе метаморфизма преобразуется в мрамор, песчаник – в кварцит и т.д. К наиболее известным метаморфическим горным породам также относятся сланцы (сланцевые, хлоритовые и т.д.) и гнейсы. Приведутся примеры и иных метаморфических горных пород.

Многие метаморфические горные породы относят к строительным материалам (мрамор, гнейс, сланцы и другие) – облицовка сооружений, дорожное строительство и т.д. Иногда метаморфические горные породы являются рудоносными, например, железистые кварциты – важный источник Fe (Курская магнитная аномалия).

Задание 6. (15 баллов)

Что изображено на фотографии? Какие геологические процессы участвовали в формировании данной территории?



Ответ:

На фотографии изображен ручей (небольшая река) с довольно крутым берегами. Вероятно, во время таяния снега или сильных дождей этот ручей имеет значительно более мощный поток. Геологическая работа поверхностных водотоков является главной причиной формирования этой местности. Баллы в ответе начислялись за упоминание:

- начальной стадии развития долины этой реки (близкой к V-образной) и преимущественно донная эрозия при её формировании;
- уступа (сложенного вероятно более прочными породами) с небольшим водопадом;
- эверзионных котлов, выработанных в результате вращения камней в струе воды.

Дополнительные баллы добавлялись за упоминание процессов выветривания (физического, биологического) и гравитационных, которые также имели значение при формировании этой местности.

Заключительный этап (9-10 классы)

Задание 1. (20 баллов)

Для проведения взрывных работ у геологов имеется 40 бикфордовых шнуров длиной 20 метров каждый.

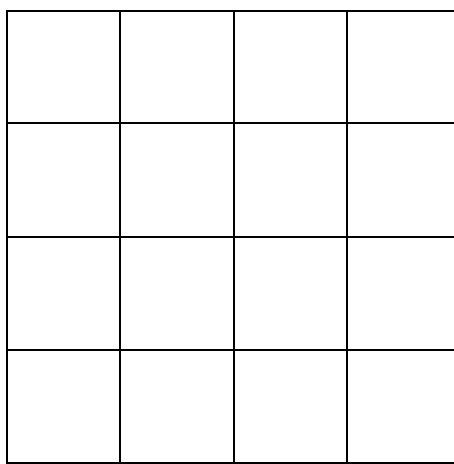
Один конец каждого шнура окрашен красным цветом, другой - синим.

Пламя распространяется по шнуру от красного конца к синему.

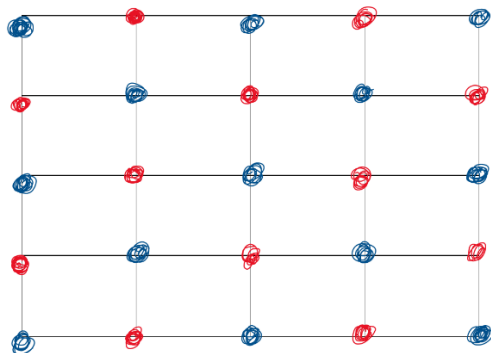
Согласно схеме и технике безопасности требуется собрать из целых шнуров квадратную решетку 80 на 80 метров так, чтобы

решетка не сгорела полностью при одновременном зажигании огня в любых 12 местах.

В узлах решетки огонь переходит от красного конца ко всем прилегающим синим.



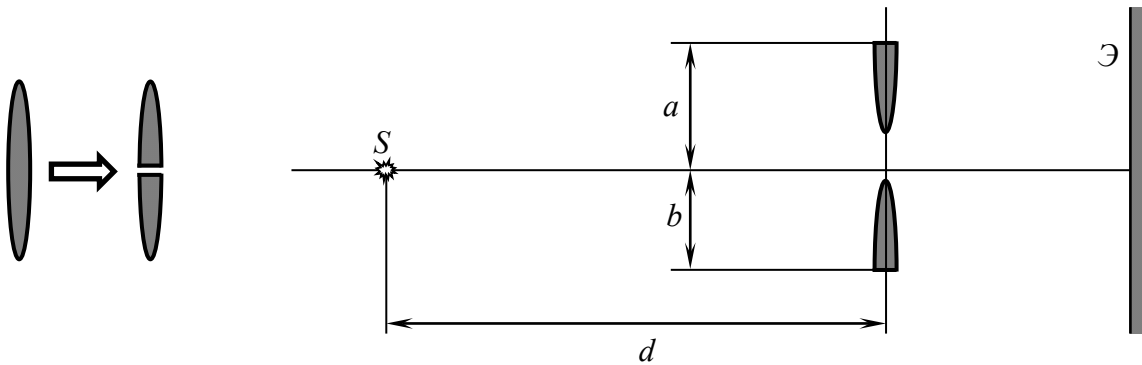
Ответ:



Задание 2. (15 баллов)

Тонкую собирающую линзу с фокусным расстоянием $F = 50$ см разрезали на две равные части – верхнюю и нижнюю. Полученные половинки линзы установили перед вертикальным плоским экраном Э, как показано на рисунке.

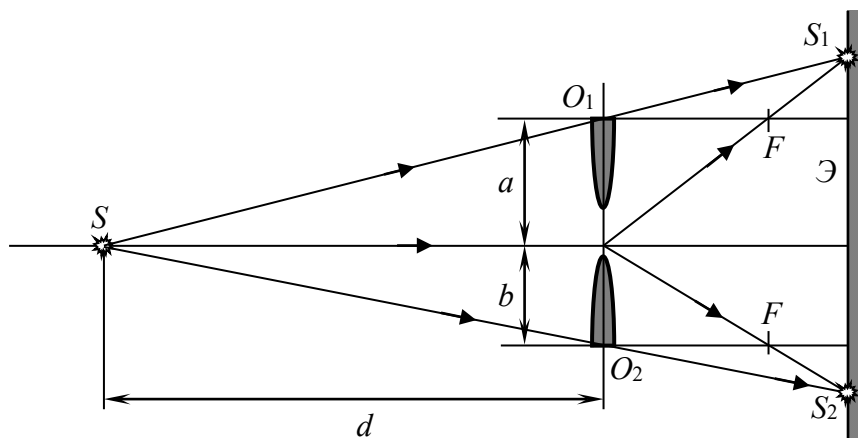
На расстоянии $d = 150$ см от плоскости, в которой находятся половинки разрезанной линзы, установлен точечный источник света S . На экране Э наблюдаются два чётких действительных изображения источника. Чему равно расстояние между этими изображениями, если $a = 13$ см, а $b = 7$ см? Толщиной разреза пренебречь.



Решение:

Любая часть линзы действует на лучи света точно так же, как и исходная целая линза. Таким образом, изображение предмета в случае целой линзы или её части строится одинаково и получается в обоих случаях одним и тем же. Единственное отличие состоит в том, что на целую линзу падает больше света от предмета, поэтому действительное изображение предмета, даваемое целой линзой, будет ярче, чем даваемое её частью.

Построим изображения источника света на экране (см. рисунок).



С помощью формулы тонкой линзы найдём расстояние f до экрана от плоскости, в которой лежат половинки линзы:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f},$$

откуда

$$f = \frac{Fd}{d - F} = \frac{50 \cdot 150}{150 - 50} \text{ см} = 75 \text{ см}.$$

Расстояние S_1S_2 между изображениями источника найдём из подобия треугольников SS_1S_2 и SO_1O_2 на рисунке:

$$\frac{S_1S_2}{a + b} = \frac{d + f}{d} = 1 + \frac{f}{d} = 1 + \frac{F}{d - F} = \frac{d}{d - F},$$

откуда

$$S_1S_2 = (a + b) \cdot \frac{d}{d - F} = (13 + 7) \cdot \frac{150}{150 - 50} \text{ см} = 30 \text{ см}.$$

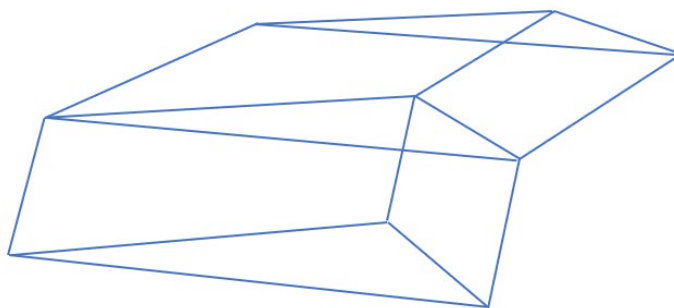
Ответ:

$$S_1 S_2 = (a + b) \cdot \frac{d}{d - F} = 30 \text{ см}$$

Задание 3. (20 баллов)

Форма найденного кристалла описана в журнале геологической партии следующим образом. Кристалл является многогранником, у которого две грани равные треугольники с параллельными сторонами, а остальные грани параллелограммы. Приведите пример кристалла (нарисуйте чертеж), соответствующего описанию, но не являющегося треугольной призмой.

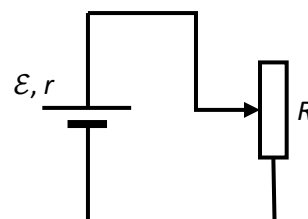
Решение:



Ответ: Две, стоящие друг на друге, призмы.

Задание 4. (15 баллов)

На рисунке представлена схема электрической цепи, состоящей из источника тока и реостата. При значениях сопротивления реостата $R_1 = 6 \text{ Ом}$ и $R_2 = 24 \text{ Ом}$ мощность тока, протекающего по реостату, одинакова. Чему равно внутреннее сопротивление r источника тока?



Решение:

Согласно закону Ома для полной цепи сила тока в представленной цепи

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}.$$

Мощность тока, протекающего по реостату,

$$P = I^2 R = \frac{\mathcal{E}^2 R}{(R + r)^2}.$$

По условию задачи

$$\frac{\varepsilon^2 R_1}{(R_1 + r)^2} = \frac{\varepsilon^2 R_2}{(R_2 + r)^2},$$

откуда

$$R_2(R_1 + r)^2 = R_1(R_2 + r)^2.$$

Раскрывая скобки и приводя подобные слагаемые, получим:

$$r^2(R_2 - R_1) = R_1 R_2 (R_2 - R_1).$$

Отсюда при $R_2 \neq R_1$

$$r = \sqrt{R_1 R_2} = \sqrt{6 \cdot 24} \text{ Ом} = 12 \text{ Ом}.$$

Ответ: $r = \sqrt{R_1 R_2} = 12 \text{ Ом}$

Задание 5. (15 баллов)

Какие типы вулканов (вулканических построек) вы знаете? Приведите примеры. В чем причина их разнообразия?

Ответ:

По виду вулканических построек выделяют вулканы центрального и трещинного (линейного) типов. Вулканы трещинного типа изливаются вдоль трещин – глубинных разломов (например, вулканы Исландии). При извержении таких вулканов образуются мощные широкие лавовые потоки из жидкой подвижной лавы.

Вулканы центрального типа имеют единый подводный канал и более разнообразны по форме, т.к. отличаются по составу и вязкости лавы.

Легкоподвижные лавы имеют основной (базальтовый) состав и создают щитовые (по форме напоминает щит) вулканы (например, вулканы Гавайских островов). Со временем, при многочисленных извержениях у таких вулканов вырастает конус – стратовулкан. Вязкая кислая (риолитовая) лава, медленно выдавливаясь из жерла, образует купола и «обелиски», закупоривая жерло. При этом нередки случаи взрывов (выбросы газов) и уничтожения ранее построенного конуса.

Задание 6. (15 баллов)

Что изображено на фотографии? Как это могло сформироваться?



Ответ:

На фотографии изображен склон горы с вертикальными причудливыми останцами, напоминающими каменные «грибы». Такие формы рельефа образуются при неоднородном выветривании и воздействии дующего ветра на горные породы, слагающие склон горы.

Самым значимым процессом является выветривание (физическое, в меньшей степени химическое и биологическое). Интенсивный нагрев пород днём и охлаждение ночью, замерзание льда в трещинах приводили к постоянному разрушению горных пород. А их неоднородность, разная прочность приводили к неравномерному разрушению, формированию «башен».

Поскольку местность горная, открытая, вторым важным фактором является ветер, который выдувал и обтачивал горные породы переносимыми частицами.

«Шляпка гриба» вероятно сложена более прочными и устойчивыми к выветриванию породами.