

Олимпиада школьников «Ломоносов» по ГЕОЛОГИИ

Заключительный этап (5-9 классы)

Задания с решениями и ответами

Задание 1. (20 баллов)

Три буровые установки расположены не на одной прямой, но соединены прямолинейными дорогами. Расстояние от первой буровой установки до третьей через вторую вчетверо длиннее прямолинейного пути между ними. Расстояние от второй буровой установки до третьей через первую равно 85 км. На сколько км расстояние от первой буровой установки до второй через третью может превышать при указанных условиях длину соответствующего прямолинейного пути?

Решение.

Пусть x – расстояние между первой буровой установкой и второй, y – расстояние между второй буровой установкой и третьей, z – расстояние между первой буровой установкой и третьей, тогда имеем $x + y = 4z$, $z + y = x + a$, $a > 0$, $x + z = 85$

Из третьего уравнения получаем $z = 85 - x$.

Подставляя в первое и второе уравнение, получим $5x + y = 340$, $2x - y = 85 - a$.

Отсюда $x = (425 - a)/7$, $y = (255 + 5a)/7$, $z = (170 + a)/7$. Так как $y > z$ и $x < y + z$, то расположение возможно тогда и только тогда, когда $y < x + z$, откуда $0 < a < 68$.

Ответ: Менее 68 км

Задание 2. (15 баллов)

В теплоизолированный бак положили кусок льда массой $m_1 = 1$ кг с температурой $t_1 = -10$ °С и залили лед водой с температурой $t_2 = 20$ °С. Масса воды $m_2 = 2$ кг. Какая температура установится в баке при тепловом равновесии? Теплоемкостью бака пренебречь. Удельная теплоемкость льда $c_1 = 2100$ Дж/(кг · °С), удельная теплоемкость воды $c_2 = 4200$ Дж/(кг · °С), удельная теплота плавления льда $\lambda = 330$ кДж/кг.

Решение.

Конечная температура может быть равна температуре плавления льда, то есть 0 °С, а может быть выше или ниже нуля. Всё зависит от чисел в условии. Общий вид решения тоже зависит от этих чисел. Поэтому решение строится на анализе числовых данных.

При нагревании льда от -10 °С до 0 °С лед получает количество теплоты

$$Q_1 = c_1 \cdot m_1 \cdot \Delta t_1 = 2100 \cdot 1 \cdot 10 \text{ Дж} = 21000 \text{ Дж} = 21 \text{ кДж}.$$

Для плавления льда требуется количество теплоты $Q_2 = m_1 \lambda = 1 \cdot 330 = 330 \text{ кДж}$.

Вода при остывании от 20 °С до 0 °С отдает количество теплоты

$$Q_3 = c_2 \cdot m_2 \cdot \Delta t_2 = 4200 \cdot 2 \cdot 20 \text{ Дж} = 168000 \text{ Дж} = 168 \text{ кДж}.$$

Сравнивая эти величины, получаем:

$$Q_1 < Q_3 < Q_1 + Q_2.$$

Значит, при остывании воды до $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ выделившегося количества теплоты хватит, чтобы нагреть весь лед до температуры плавления и растопить только часть льда, но не весь лед. Поэтому в конечном состоянии при тепловом равновесии в баке будут вода и лед при температуре $0\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Ответ: $t = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$

Задание 3. (20 баллов)

Найденный образец ценной породы необходимо разрезать на 2 части таким образом, чтобы суммарная их стоимость составляла не менее 82% от стоимости исходного образца. Считается, что стоимость образца данной породы пропорциональна квадрату его массы. Какое может быть соотношение масс этих двух частей породы?

Решение.

Пусть масса образца равна m , отделяется x , тогда суммарная стоимость двух частей

$$kx^2 + k(m-x)^2 \geq 0.82km^2 \Leftrightarrow 2x^2 - 2mx + 0.18m^2 \geq 0 \Leftrightarrow \begin{cases} x \leq 0.1m \\ x \geq 0.9m \end{cases}. \text{ Отсюда } \frac{m-x}{x} \geq 9.$$

Ответ: отношение массы большей части к массе меньшей части не менее 9.

Задание 4. (15 баллов)

На высоком морском берегу расположен маяк. Прожектор маяка находится на высоте $H = 150\text{ м}$ над уровнем моря. Найдите максимальное расстояние L , на котором свет от маяка виден с верхушки мачты корабля в открытом море, если верхушка мачты находится на высоте $h = 40\text{ м}$ над поверхностью воды. Распространение света в воздухе считать прямолинейным. Принять радиус Земли $R = 6400\text{ км}$.

Решение.

Расстояние между маяком и кораблём максимально, когда свет маяка виден только с верхушки мачты корабля. В этом случае луч света от прожектора маяка к верхушке мачты проходит по касательной к поверхности воды (см. рисунок). Из рассмотрения рисунка следует, что $L = L_1 + L_2$. Величины L_1 и L_2 определяются по теореме Пифагора для двух прямоугольных треугольников на рисунке:

$$L_1 = \sqrt{(R+h)^2 - R^2}, L_2 = \sqrt{(R+H)^2 - R^2}.$$

Тогда

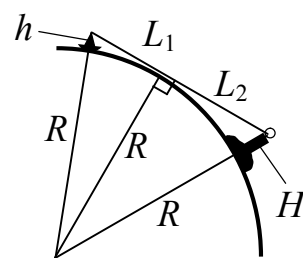
$$\begin{aligned} L &= \sqrt{(R+h)^2 - R^2} + \sqrt{(R+H)^2 - R^2} = \\ &= \sqrt{(2R+h) \cdot h} + \sqrt{(2R+H) \cdot H}. \end{aligned}$$

Учитывая, что $R \gg h$ и $R \gg H$, упростим выражение

для L : $L \approx \sqrt{2Rh} + \sqrt{2RH}$. Подставляя числовые значения из условия, получим

$$L \approx \sqrt{2 \cdot 6400 \cdot 0,04} + \sqrt{2 \cdot 6400 \cdot 0,15} \approx 66\text{ км}.$$

Ответ: $L \approx \sqrt{2Rh} + \sqrt{2RH} \approx 66\text{ км}$



Задание 5. (15 баллов)

Дайте развернутые ответы на вопросы: «Как геологическая деятельность поверхностных вод суши меняет рельеф планеты? Какие формы рельефа при этом образуются?»

Ответ:

Поверхностные воды суши включают в себя временные и постоянные водные потоки, а также озёра и болота. Влияние последних на рельеф незначительно. Геологическая деятельность водных потоков заключается в 1) разрушении горных пород, 2) переносе рыхлых твердых и растворенных веществ и 3) их отложении (аккумуляции).

Дождевые и талые снеговые поверхностные воды переносят вниз по склонам мелкий обломочный материал – песчинки, формируя у подножия склонов пологие накопления – *делювий*. Временные водные и грязекаменные потоки (сели) формируют в склонах углубления – *рытвины*, *овраги*, а у подножия склонов характерные по форме *конусы выноса*, сложенные *пролювием* (слабо сортированным рыхлым обломочным материалом). Мощные постоянные потоки – *реки* проводят интенсивную разрушительную боковую и донную *эрозию* и формируют *речные долины*. В их строении выделяют *пойму* – низкий участок долины, заливаемый в половодье, сложенный рыхлыми отложениями (*аллювием*) и *террасы* – возвышающиеся над поймой выровненные горизонтальные или слабо наклонные площадки на склонах речных долин. При неравномерном подмывании рекой берегов возникают характерные изгибы – *меандры*.

В месте впадения реки в море формируются конусы выноса обломочного материала, приносимого рекой – *дельты* или воронкообразные заливы, глубоко вдающиеся в долину реки – *эстуарии*.

Задание 6. (15 баллов)

Что изображено на фотографии? Как называются отдельные элементы этого геологического объекта? Как происходило их образование?



Ответ:

На фотографии изображена конусовидная вулканическая постройка. Данный *вулкан* относится к *центральному типу*, т.к. имеет единый центральный подводящий трубообразный канал (*жерло*), уходящий на глубину к *магматическому очагу*. По жерлу магма из очага движется к поверхности, теряет летучие вещества, превращаясь в лаву. На фотографии хорошо видна верхняя часть жерла – *кратер*. Это чашеобразное или воронкообразное углубление на вершине вулканического конуса, диаметром и глубиной десятки и сотни метров. Изливаясь из кратера, лава стекает по конусу вулкана, наращивая его вверх. В строении вулканической постройки помимо лавовых потоков участвуют рыхлые продукты извержений - *туфы*. Склоны вулкана покрыты глубокими оврагами, называемыми *барранкосами*.

Слева от конуса видна выровненная площадка, окаймленная валом. Вероятно, это остатки *кальдеры* – крупного округлого провала, сформировавшегося на месте более древнего вулканического конуса. Впоследствии во время новых извержений в центре кальдеры вырос молодой конус, которые мы наблюдаем сейчас. По всей вероятности данный вулкан ещё недавно (десятки или сотни лет назад) проявлял свою активность, т.к. его центральная верхняя часть практически лишена растительности.

Критерии оценки решений

Критерии оценки	Баллы					
	Задание 1	Задание 2	Задание 3	Задание 4	Задание 5	Задание 6
Задание выполнено правильно: ответ верен, в работе есть полное обоснование полученного ответа (для заданий 1-4); в работе дан исчерпывающий ответ на поставленное геологическое задание (для заданий 5 и 6)	20	15	20	15	15	15
Задание выполнено с небольшими недочетами: - арифметическая ошибка на завершающем этапе при полностью правильном алгоритме решения, что повлекло за собой неверный ответ; - правильный ответ при	10	10	10	10	10	10

недостаточно полном обосновании, как он получен; - недостаточно полное обоснование ответов на геологические задания.						
Задание выполнено с существенными недочетами: - решение было начато правильно, но не доведено до ответа из-за принципиальной ошибки в рассуждениях; - ответы на геологические задания даны крайне поверхностно и неполно.	5	5	5	5	5	5
Задание не выполнено: - решение с самого начала велось неверным путем; - отсутствие выполненного задания в работе.	0	0	0	0	0	0