2017 г.

Олимпиада школьников «Ломоносов» по ГЕОЛОГИИ

Заключительный этап (10-11 классы)

Вариант 1 - Решения

Задание 1. (15 баллов)

Процесс изменения рельефа Русской равнины в четвертичный период имеет неравномерный характер. В частности, уровень поверхности поднимался с различной интенсивностью в Воронежской области, Заволжье, на Кольском полуострове.

Для простоты предполагается, что поверхность Земли в указанных трех регионах поднималась равномерно, при этом на Кольском полуострове этот процесс начался ранее, чем в Воронежской области, на 1 млн. лет, а в Заволжье процесс начался ранее, чем в Воронежской области, но позднее, чем на Кольском полуострове. Через некоторое время после начала подъема региона Воронежской области был момент, когда прирост высоты уровней поверхности Земли в трех регионах был одинаковым, после этого момента уровни поднялись везде еще на 100 м, и сразу после этого рельеф стабилизировался, во всех регионах в разное время. Известно, что процесс повышения уровня поверхности Земли закончился в Воронежской области на 600 тыс. лет ранее, чем на Кольском полуострове, и на 200 тыс. лет ранее, чем в Заволжье. На сколько млн. лет процесс поднятия поверхности Земли на Кольском полуострове начался ранее, чем в Заволжье?

Решение. Скорости поднятия уровня поверхности на Кольском полуострове, в Заволжье и в Воронежской области обозначим соответственно через $v_1, v_2, v_3; v_1 < v_2 < v_3$. Далее, введем следующие обозначения. Пусть в Заволжье процесс начался на x млн лет позднее, чем на Кольском полуострове, при этом сначала уровни во всех регионах преодолели a м высоты, после этого 100 м. Выпишем соответствующие уравнения:

$$\frac{a}{v_1} - \frac{a}{v_3} = 1; \frac{100}{v_1} - \frac{100}{v_3} = 0.6; \frac{100}{v_2} - \frac{100}{v_3} = 0.2$$

Для ответа нужна величина $x = \frac{a}{v_1} - \frac{a}{v_2}$. Из условий задачи следует

$$a = \frac{1}{\frac{1}{v_1} - \frac{1}{v_3}}; 100 = \frac{0.6}{\frac{1}{v_1} - \frac{1}{v_3}} \Rightarrow a = \frac{500}{3};$$

$$\frac{1}{v_1} - \frac{1}{v_3} = \frac{0.6}{100}; \frac{1}{v_2} - \frac{1}{v_3} = \frac{0.2}{100} \Rightarrow \frac{1}{v_1} - \frac{1}{v_2} = \frac{0.4}{100}$$

Отсюда вытекает, что $x = a \cdot \frac{0.4}{100} = \frac{500}{3} \cdot \frac{0.4}{100} = \frac{2}{3}$.

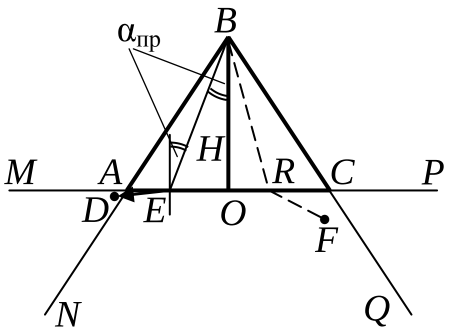
Ответ: На 2/3 млн. лет

Задание 2. (20 баллов)

Кусочек янтаря имеет форму прямого кругового конуса высотой H = 15 мм и радиусом основания R. По оси конуса пропущена тонкая нить. При каких значениях R любая точка нити будет видна из любой точки A, находящейся вне конуса, причем через **каждую** из видимых из точки A частей его поверхности – как поверхность основания, так и боковую поверхность конуса? Показатель преломления янтаря n = 1,52. Отражением лучей на поверхности янтаря пренебречь.

Решение.

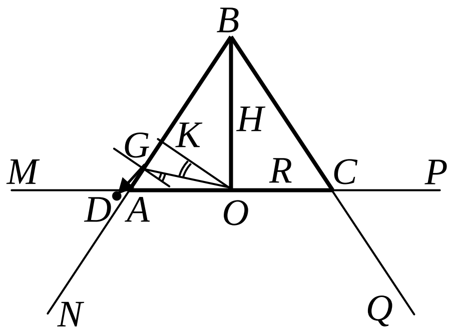
Основание конуса видно из любой точки, находящейся ниже плоскости основания. Боковая поверхность конуса видна из любой точки вне конической поверхности *NBQ*, образованной поверхностью конуса и ее продолжением вниз. Таким образом, существуют области *MAN* и *PCQ*, из которых видно как основание конуса, так и его боковую поверхность.



Выберем в области *MAN* произвольную точку *D* вблизи точки *A*. В эту точку лучи от произвольной точки нити придут после преломления на основании конуса практически параллельно плоскости основания. Значит, угол преломления такого луча равен 90º, а угол его падения на основание конуса равен $\alpha_{пр}$ – предельному углу полного внутреннего отражения. На рисунке видно, что такой луч упадет на основание конуса в точке *E* на самом большом расстоянии от центра основания *O*, если этот луч исходит из точки *B*. Очевидно, что должно выполняться неравенство:

$OE \le R$, то есть $H \operatorname{tg} \alpha_{пр} \le R$.

Что касается произвольной точки *F*, лежащей ниже основания конуса, то до нее лучи от точки *B*, как и от всякой другой точки нити, при выполнении только что полученного условия дойдут, что видно из рисунка (угол падения такого луча на основание конуса меньше $\alpha_{пр}$).



Лучи, исходящие от нити и прошедшие через боковую поверхность конуса, придут в точку *D* практически параллельно образующей *AB* конической поверхности. Поэтому угол их падения на коническую поверхность равен $\alpha_{пр}$. Это ограничение сильнее всего сказывается на лучах, идущих от точки *O*. Пусть $OK \perp AB$, $\angle KOG = \alpha_{пр}$. Тогда, чтобы точка *O* была видна из точки *D*, должно выполняться неравенство $\angle KOA \ge \alpha_{пр}$. Поскольку $\angle KOA = \angle OBC$, то в первой четверти тригонометрического круга введенное требование равносильно неравенству $\operatorname{tg} \angle KOA = \operatorname{tg} \angle OBC = \dfrac{R}{H} \ge \operatorname{tg} \alpha_{пр}$.

Что касается произвольной точки, лежащей левее прямой *BN*, то до нее при выполнении только что полученного условия лучи дойдут от любой точки нити, так как угол падения такого луча на боковую поверхность конуса меньше $\alpha_{пр}$.

Таким образом, нить видна целиком через основание и боковую поверхность конуса при выполнении одного и того же условия:

$$\frac{R}{H} \geq \operatorname{tg} \alpha_{\text{пр}}.$$

Отсюда получаем:

$$R \geq H \operatorname{tg} \alpha_{\text{пр}}.$$

Из условия $n \sin \alpha_{\text{пр}} = \sin 90°$ следует, что для предельного угла полного внутреннего отражения

$$\sin \alpha_{\text{пр}} = \frac{1}{n}, \quad \cos \alpha_{\text{пр}} = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha_{\text{пр}}} = \frac{1}{n}\sqrt{n^2 - 1}, \quad \operatorname{tg} \alpha_{\text{пр}} = \frac{\sin \alpha_{\text{пр}}}{\cos \alpha_{\text{пр}}} = \frac{1}{\sqrt{n^2 - 1}}.$$

Таким образом, $R \geq \frac{H}{\sqrt{n^2 - 1}} = \frac{15}{\sqrt{1{,}52^2 - 1}} \approx 13$ мм.

Ответ: $R \geq \frac{H}{\sqrt{n^2 - 1}} \approx 13$ мм

Задание 3. (20 баллов)

Осадочная порода содержит кремний и фосфат, объемы которых, x и y соответственно, связаны условиями $3x + y \leq 10, \log_y(xy) \geq \log_x\left(\frac{1}{\sqrt[4]{y}}\right)$. Какие значения может принимать величина объема фосфата?

Решение.

Второе неравенство запишем в виде $1 + \log_y x \geq -\frac{1}{4}\log_x y, x > 0, y > 0$. Последнее неравенство эквивалентно $\frac{(2\log_y x + 1)^2}{\log_y x} \geq 0 \Leftrightarrow \left[\begin{array}{l} \log_y x = -\frac{1}{2} \\ \log_y x > 0 \end{array}\right.$.

В первом случае $x = \frac{1}{\sqrt{y}}$, подставив это в первое неравенство условия, получим

$$\frac{3}{\sqrt{y}} + y \leq 10 \Leftrightarrow 3 + y \cdot \sqrt{y} \leq 10 \cdot \sqrt{y} \Leftrightarrow (\sqrt{y} - 3)(y + 3\sqrt{y} - 1) \leq 0 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow y \in \left[\frac{11 - 3\sqrt{13}}{2}, 9\right]$$

Во втором случае, т.е. $\log_y x > 0$, получаем $\left[\begin{array}{l} x, y \in (0,1) \\ x, y > 1 \end{array}\right.$, далее учет неравенства $3x + y \leq 10$ дает $y \in (0,1) \cup (1,7)$. Объединяя два случая, получаем

Ответ: $y \in (0,1) \cup (1,9]$

Задание 4. (15 баллов)

При тектоническом сдвиге пород произошло нарушение геологической изоляции между двумя пластами осадочных пород, в которых находился природный газ при давлениях соответственно p_1= 15 МПа и p_2= 20 МПа, в результате чего давление газа в пластах стало одинаковым и равным p. Найти значение p, если отношение количеств вещества природного газа, находящегося в каждом из пластов **после** тектонического сдвига, $k = \nu_1/\nu_2 = 1{,}5$. Считать температуры осадочных пород в пластах различными и не меняющимися при тектоническом сдвиге.

Решение. Пусть температуры пластов осадочных пород составляют T_1 и T_2, а объемы, занимаемые природным газом в этих пластах, равны V_1 и V_2.Количества вещества природного газа, содержащегося в пластах **после** тектонического сдвига, равны соответственно ν_1 и ν_2 ,а **до** тектонического сдвига равны соответственно ν_1' и ν_2'. Используя для природного газа уравнение Клапейрона – Менделеева $pV = \nu RT$, получим для количества вещества выражение: $\nu = \dfrac{pV}{RT}$. Тогда согласно условию задачи

$$\nu_1 = \frac{pV_1}{RT_1},$$

$$\nu_2 = \frac{pV_2}{RT_2},$$

$$\nu_1' = \frac{p_1V_1}{RT_1},$$

$$\nu_2' = \frac{p_2V_2}{RT_2}.$$

Отношение количеств вещества газа в пластах **после** сдвига $k = \dfrac{\nu_1}{\nu_2}$ принимает вид:

$$k = \frac{\nu_1}{\nu_2} = \left(\frac{V_1}{T_1}\right) \Bigg/ \left(\frac{V_2}{T_2}\right).$$

По условию задачи $k = 1{,}5$.

Теперь учтем, что при тектоническом сдвиге общее количество вещества природного газа в пластах сохраняется, т.е.

$$\nu_1 + \nu_2 = \nu_1' + \nu_2'.$$

Подставляя в это равенство выражения для ν_1, ν_2, ν_1' и ν_2', получим после упрощения

$$\frac{pV_1}{T_1} + \frac{pV_2}{T_2} = \frac{p_1V_1}{T_1} + \frac{p_2V_2}{T_2},$$

откуда

$$(p - p_1)\frac{V_1}{T_1} = (p_2 - p)\frac{V_2}{T_2}.$$

Таким образом,

$$k = \frac{\nu_1}{\nu_2} = \left(\frac{V_1}{T_1}\right) \Bigg/ \left(\frac{V_2}{T_2}\right) = \frac{p_2 - p}{p - p_1}.$$

Разрешая уравнение

$$\frac{p_2 - p}{p - p_1} = k$$

относительно p, получим

$$p = \frac{kp_1 + p_2}{k+1}.$$

Числовое значение:

$$p = \frac{kp_1 + p_2}{k+1} = \frac{1{,}5 \cdot 15 + 20}{1{,}5+1} = \frac{22{,}5+20}{2{,}5} = 17\,\text{МПа}.$$

Ответ: $p = \frac{kp_1 + p_2}{k+1} = 17\,\text{МПа}$.

Задание 5. (15 баллов)

Дайте развернутый ответ на вопрос: «*Почему эпицентры современных землетрясений нередко сконцентрированы в определенных частях Земли? Приведите примеры сейсмически активных зон*»

Ответ:
Землетрясения представляют собой подземные толчки и колебания земной коры (реже мантии) Земли, вызванные быстрым смещением пород в момент снятия напряжения в очаге землетрясения. Место, в котором происходит подвижка пород, называется гипоцентром, а точка – проекция на земной поверхности – эпицентром землетрясения.

Места концентрации очагов землетрясений распределены на Земле не равномерно. Почти все они связаны с границами литосферных плит, т.е. там, где происходят либо сжатие – 85% всех случаев (в зонах субдукции, коллизии плит), либо растяжение – 15% (наращивание океанской коры, раздвиг континентальной коры).

Полный ответ включает описание всех четырех случаев:

В зонах субдукции более тяжелая океаническая кора погружается под континентальную, формируя в местах соприкосновения глубинную сейсмоактивную зону Беньофа (Тихоокеанский пояс, в т.ч. Курильские острова, Камчатка и др.). Коллизия двух плит приводит к активному горообразованию и формированию обычно не глубоких очагов землетрясений (Крымские горы, Кавказ, Альпы, Памир и др.).

В зонах растяжения землетрясения не высокой силы сопровождают образование рифтов в срединно-океанических хребтах (Атлантический океан) и на континентах (В.Африка).

Дополнительные баллы могут быть начислены за упоминания о землетрясениях, связанных с взрывной вулканической деятельностью, с крупными обвалами (в том числе в пещерах) и оползнями, а также о техногенных землетрясениях.

Задание 6. (15 баллов)

На фотографии изображено побережье Черного моря. Внимательно изучите фотографию и опишите геологические процессы, которые формируют данное побережье.

Ответ:

На картине изображено морское побережье. В его формировании участвовали такие экзогенные геологические процессы, как: работа моря (преимущественно), ветра, выветривание и гравитационные явления. Для полного ответа на вопрос необходимо описать вклад всех четырех процессов.

Работа моря выражается в разрушении берега и аккумуляции (накоплении) разрушенного материала. Разрушительная работа моря (абразия) осуществляется сильными волнами, которые подмывают берег, вызывая его обрушение и формирование отвесных уступов – клифа. Приливно-отливные явления не оказывают существенного влияния на разрушение берега и не считаются правильным ответом. Более прочные породы образуют одиночные скалы – останцы (на фото вдалеке). Одновременно море аккумулирует разрушенный материал и формирует узкий пляж.

Ослабление прочности береговых уступов, их подмыв приводит к интенсивным гравитационным явлениям – оползням, осыпям, обвалам. На данной фотографии отчетливо видны оползневые тела, которые сформировались при оползании больших масс горных пород в сторону моря.

Разрушение пород берега усиливается выветриванием при участии химических (окисление, гидролиз и т.д.), физических (морозное расклинивание) и биологических факторов (корни деревьев, растений), а также работой ветра (выдувание, механическое обтачивание переносимыми частицами).

2017 г.

Олимпиада школьников «Ломоносов» по ГЕОЛОГИИ

Заключительный этап (10-11 классы)

Вариант 2 - Решения

Задание 1. (15 баллов)

Процесс изменения рельефа Русской равнины в четвертичный период имеет неравномерный характер. В частности, уровень поверхности поднимался с различной интенсивностью в Воронежской области, Заволжье, на Кольском полуострове.

Для простоты предполагается, что поверхность Земли в указанных трех регионах поднималась равномерно, при этом на Кольском полуострове этот процесс начался ранее, чем в Воронежской области, на 1 млн. лет, а в Заволжье процесс начался ранее, чем в Воронежской области, но позднее, чем на Кольском полуострове. Через некоторое время после начала подъема региона Воронежской области был момент, когда прирост высоты уровней поверхности Земли в трех регионах был одинаковым, после этого момента уровни поднялись везде еще на 100 м, и сразу после этого рельеф стабилизировался, во всех регионах в разное время. Известно, что процесс повышения уровня поверхности Земли закончился в Воронежской области на 700 тыс. лет ранее, чем на Кольском полуострове, и на 200 тыс. лет ранее, чем в Заволжье. На сколько млн. лет процесс поднятия поверхности Земли на Кольском полуострове начался ранее, чем в Заволжье?

Решение. Скорости поднятия уровня поверхности на Кольском полуострове, в Заволжье и в Воронежской области обозначим соответственно через $v_1, v_2, v_3; v_1 < v_2 < v_3$. Далее, введем следующие обозначения. Пусть в Заволжье процесс начался на x млн лет позднее, чем на Кольском полуострове, при этом сначала уровни во всех регионах преодолели a м высоты, после этого 100 м. Выпишем соответствующие уравнения:

$$\frac{a}{v_1} - \frac{a}{v_3} = 1; \frac{100}{v_1} - \frac{100}{v_3} = 0.7; \frac{100}{v_2} - \frac{100}{v_3} = 0.2$$

Для ответа нужна величина $x = \frac{a}{v_1} - \frac{a}{v_2}$. Из условий задачи следует

$$a = \frac{1}{\frac{1}{v_1} - \frac{1}{v_3}}; 100 = \frac{0.7}{\frac{1}{v_1} - \frac{1}{v_3}} \Rightarrow a = \frac{1000}{7};$$

$$\frac{1}{v_1} - \frac{1}{v_3} = \frac{0.7}{100}; \frac{1}{v_2} - \frac{1}{v_3} = \frac{0.2}{100} \Rightarrow \frac{1}{v_1} - \frac{1}{v_2} = \frac{0.5}{100}$$

Отсюда вытекает, что $x = a \cdot \frac{0.5}{100} = \frac{1000}{7} \cdot \frac{0.5}{100} = \frac{5}{7}$.

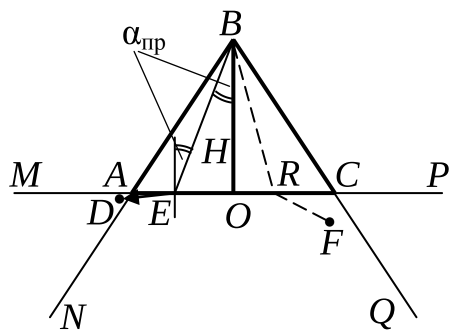
Ответ: На 5/7 млн. лет

Задание 2. (20 баллов)

Кусочек янтаря имеет форму прямого кругового конуса высотой *H* = 12 мм и радиусом основания *R*. По оси конуса пропущена тонкая нить. При каких значениях *R* любая точка нити будет видна из любой точки *A*, находящейся вне конуса, причем через **каждую** из видимых из точки *A* частей его поверхности – как поверхность основания, так и боковую поверхность конуса? Показатель преломления янтаря *n* = 1,55. Отражением лучей на поверхности янтаря пренебречь.

Решение.

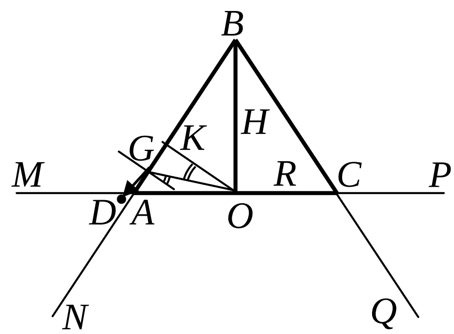
Основание конуса видно из любой точки, находящейся ниже плоскости основания. Боковая поверхность конуса видна из любой точки вне конической поверхности *NBQ*, образованной поверхностью конуса и ее продолжением вниз. Таким образом, существуют области *MAN* и *PCQ*, из которых видно как основание конуса, так и его боковую поверхность.



Выберем в области *MAN* произвольную точку *D* вблизи точки *A*. В эту точку лучи от произвольной точки нити придут после преломления на основании конуса практически параллельно плоскости основания. Значит, угол преломления такого луча равен 90º, а угол его падения на основание конуса равен $\alpha_{пр}$ – предельному углу полного внутреннего отражения. На рисунке видно, что такой луч упадет на основание конуса в точке *E* на самом большом расстоянии от центра основания *O*, если этот луч исходит из точки *B*. Очевидно, что должно выполняться неравенство:

$OE \le R$, то есть $H\,\mathrm{tg}\,\alpha_{пр} \le R$.

Что касается произвольной точки *F*, лежащей ниже основания конуса, то до нее лучи от точки *B*, как и от всякой другой точки нити, при выполнении только что полученного условия дойдут, что видно из рисунка (угол падения такого луча на основание конуса меньше $\alpha_{пр}$).



Лучи, исходящие от нити и прошедшие через боковую поверхность конуса, придут в точку *D* практически параллельно образующей *AB* конической поверхности. Поэтому угол их падения на коническую поверхность равен $\alpha_{пр}$. Это ограничение сильнее всего сказывается на лучах, идущих от точки *O*. Пусть $OK \perp AB$, $\angle KOG = \alpha_{пр}$. Тогда, чтобы точка *O* была видна из точки *D*, должно выполняться неравенство $\angle KOA \ge \alpha_{пр}$. Поскольку $\angle KOA = \angle OBC$, то в первой четверти тригонометрического круга введенное требование равносильно неравенству

$$\mathrm{tg}\angle KOA = \mathrm{tg}\angle OBC = \frac{R}{H} \ge \mathrm{tg}\,\alpha_{пр}.$$

Что касается произвольной точки, лежащей левее прямой *BN*, то до нее при выполнении только что полученного условия лучи дойдут от любой точки нити, так как угол падения такого луча на боковую поверхность конуса меньше $\alpha_{пр}$.

Таким образом, нить видна целиком через основание и боковую поверхность конуса при выполнении одного и того же условия:

$$\frac{R}{H} \geq \mathrm{tg}\,\alpha_{\text{пр}}.$$

Отсюда получаем:

$$R \geq H\ \mathrm{tg}\,\alpha_{\text{пр}}.$$

Из условия $n \sin\alpha_{\text{пр}} = \sin 90°$ следует, что для предельного угла полного внутреннего отражения

$$\sin\alpha_{\text{пр}} = \frac{1}{n},\quad \cos\alpha_{\text{пр}} = \sqrt{1-\sin^2\alpha_{\text{пр}}} = \frac{1}{n}\sqrt{n^2-1},\quad \mathrm{tg}\,\alpha_{\text{пр}} = \frac{\sin\alpha_{\text{пр}}}{\cos\alpha_{\text{пр}}} = \frac{1}{\sqrt{n^2-1}}.$$

Таким образом, $R \geq \dfrac{H}{\sqrt{n^2-1}} = \dfrac{12}{\sqrt{1{,}55^2-1}} \approx 10$ мм.

Ответ: $R \geq \dfrac{H}{\sqrt{n^2-1}} \approx 10$ мм

Задание 3. (20 баллов)

Осадочная порода содержит кремний и фосфат, объемы которых, x и y соответственно, связаны условиями $x+2y \leq 5, \log_x(xy) \geq \log_y(\frac{1}{\sqrt[4]{x}})$. Какие значения может принимать величина объема кремния?

Решение.

Второе неравенство запишем в виде $1+\log_x y \geq -\frac{1}{4}\log_y x, x>0, y>0$. Последнее неравенство эквивалентно $\dfrac{(2\log_x y+1)^2}{\log_x y} \geq 0 \Leftrightarrow \left[\begin{array}{l} \log_x y = -\frac{1}{2} \\ \log_x y > 0 \end{array}\right.$.

В первом случае $y = \dfrac{1}{\sqrt{x}}$, подставив это в первое неравенство условия, получим

$$\frac{2}{\sqrt{x}} + x \leq 5 \Leftrightarrow 2 + x\cdot\sqrt{x} \leq 5\cdot\sqrt{x} \Leftrightarrow (\sqrt{x}-2)(x+2\sqrt{x}-1) \leq 0 \Leftrightarrow$$
$$\Leftrightarrow x \in [3-2\sqrt{2}, 4]$$

Во втором случае, т.е. $\log_y x > 0$, получаем $\left[\begin{array}{l} x, y \in (0,1) \\ x, y > 1 \end{array}\right.$, далее учет неравенства $x+2y \leq 5$ дает $x \in (0,1) \cup (1,3)$. Объединяя два случая, получаем

Ответ: $x \in (0,1) \cup (1,4]$

Задание 4. (15 баллов)

При тектоническом сдвиге пород произошло нарушение геологической изоляции между двумя пластами осадочных пород, в которых находился природный газ при давлениях соответственно p_1= 17 МПа и p_2, в результате чего давление газа в пластах стало одинаковым и равным p= 19 МПа. Найти значение p_2, если отношение количеств вещества природного газа, находящегося в каждом из пластов **после** тектонического сдвига, $k = \nu_1/\nu_2 = 2$. Считать температуры осадочных пород в пластах различными и не меняющимися при тектоническом сдвиге.

Решение. Пусть температуры пластов осадочных пород составляют T_1 и T_2, а объемы, занимаемые природным газом в этих пластах, равны V_1 и V_2.Количества вещества природного газа, содержащегося в пластах **после** тектонического сдвига, равны соответственно ν_1 и ν_2,а **до** тектонического сдвига равны соответственно ν_1' и ν_2'. Используя для природного газа уравнение Клапейрона – Менделеева $pV = \nu RT$, получим для количества вещества выражение: $\nu = \dfrac{pV}{RT}$. Тогда согласно условию задачи

$$\nu_1 = \frac{pV_1}{RT_1},$$

$$\nu_2 = \frac{pV_2}{RT_2},$$

$$\nu_1' = \frac{p_1V_1}{RT_1},$$

$$\nu_2' = \frac{p_2V_2}{RT_2}.$$

Отношение количеств вещества газа в пластах **после** сдвига $k = \dfrac{\nu_1}{\nu_2}$ принимает вид:

$$k = \frac{\nu_1}{\nu_2} = \left(\frac{V_1}{T_1}\right) \Big/ \left(\frac{V_2}{T_2}\right).$$

По условию задачи $k = 2$.

Теперь учтем, что при тектоническом сдвиге общее количество вещества природного газа в пластах сохраняется, т.е.

$$\nu_1 + \nu_2 = \nu_1' + \nu_2'.$$

Подставляя в это равенство выражения для ν_1, ν_2, ν_1' и ν_2', получим после упрощения

$$\frac{pV_1}{T_1} + \frac{pV_2}{T_2} = \frac{p_1V_1}{T_1} + \frac{p_2V_2}{T_2},$$

откуда

$$(p - p_1)\frac{V_1}{T_1} = (p_2 - p)\frac{V_2}{T_2}.$$

Таким образом,

$$k = \frac{\nu_1}{\nu_2} = \left(\frac{V_1}{T_1}\right) \Big/ \left(\frac{V_2}{T_2}\right) = \frac{p_2 - p}{p - p_1}.$$

Разрешая уравнение

$$\frac{p_2 - p}{p - p_1} = k$$

относительно p_2, получим

$$p_2 = (k+1)p - kp_1.$$

Числовое значение:

$$p_2 = (k+1)p - kp_1 = (2+1)19 - 2 \cdot 17 = 57 - 34 = 23\text{МПа}.$$

Ответ: $p_2 = (k+1)p - kp_1 = 23\,\text{МПа}.$

Задание 5. (15 баллов)

Дайте развернутый ответ на вопрос: «*Почему действующие вулканы нередко сконцентрированы в определенных частях Земли? Приведите примеры зон активного вулканизма*»

Ответ:
Места проявления вулканизма распределены на Земле не равномерно. Большинство вулканов расположены на континентах и островах, значительно меньше – на дне океанов. Чаще всего извержения вулканов происходят на границах литосферных плит, где происходят либо сжатие (в зонах субдукции), либо растяжение (наращивание океанской коры, раздвиг континентальной коры). Ещё одним представителем является внутриплитный магматизм.
Полный ответ включает описание всех четырех случаев:
В зонах субдукции более тяжелая океаническая кора погружается под континентальную. По мере погружения происходит нагревание, плавление вещества (чему способствует выделение воды из погружающихся осадочных пород), образование магматических очагов, а затем и вулканов (Тихоокеанское «огненное» кольцо, в т.ч. Курильские острова, Камчатка и др.).
В зонах растяжения (наращивания коры) извержения вулканов связаны с океаническими рифтовыми зоны, располагающимися в осевой части срединно-океанских хребтов (Атлантический океан, вулканы Исландии), либо с континентальными рифтами (В.Африка).
Образование активных вулканов внутри плит связано с так называемыми «горячими точками» - узкими пучками интенсивного теплового потока. Литосферная плита, проходя над такой «точкой», проплавляется и возникает цепочка вулканических островов (Гавайские, Канарские и другие).

Задание 6. (15 баллов)
На фотографии изображено побережье Черного моря. Внимательно изучите фотографию и опишите геологические процессы, которые формируют данное побережье.

Ответ:

На картине изображено морское побережье. В его формировании участвовали такие экзогенные геологические процессы, как: работа моря (преимущественно), ветра, выветривание и гравитационные явления. Для полного ответа на вопрос необходимо описать вклад всех четырех процессов.

Работа моря выражается в разрушении берега и аккумуляции (накоплении) разрушенного материала. Разрушительная работа моря (абразия) осуществляется сильными волнами, которые подмывают берег, вызывая его обрушение и формирование отвесных уступов – клифа. Приливно-отливные явления не оказывают существенного влияния на разрушение берега и не считаются правильным ответом. Одновременно море аккумулирует разрушенный материал и формирует узкий пляж.

Ослабление прочности береговых уступов, их подмыв приводит к интенсивным гравитационным явлениям – оползням, осыпям, обвалам. На данной фотографии отчетливо видны оползневые тела, которые сформировались при оползании больших масс горных пород в сторону моря.

Разрушение пород берега усиливается выветриванием при участии химических (окисление, гидролиз и т.д.), физических (морозное расклинивание) и биологических факторов (корни деревьев, растений), а также работой ветра (выдувание, механическое обтачивание переносимыми частицами).

2017 г.

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)	15	20	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 недостаточно полном обосновании, как он получен; - недостаточно полное обоснование ответов на геологические задания.	10	10	10	10	10	10
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