

**ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ «ЛОМОНОСОВ»
ПО ГЕОЛОГИИ
2015-2016 учебный год**

ЗАДАНИЯ ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОГО ЭТАПА

Олимпиада школьников «Ломоносов» по ГЕОЛОГИИ

Заключительный этап (10-11 классы)

Вариант 1 - Решения

Задание 1. (25 баллов)

Исследуется процесс формирования структуры горной породы. Извлеченный из горной породы образец представляет собой четырехугольную пирамиду с основанием ABCD и вершиной S, удаленной от плоскости основания на $\sqrt{3}$. Противоположные боковые грани SAB и SCD перпендикулярны плоскости основания. Стороны AD и AB основания ABCD равны 2 и $\frac{3\sqrt{3}}{4}$ соответственно, угол BAD равен $\frac{\pi}{6}$, угол ABC равен $\frac{2\pi}{3}$, угол ADC равен $\frac{\pi}{3}$. На каком расстоянии от вершины S находится точка пересечения плоскостей SAD, SBC и ABCD?

Решение.

Рассмотрим прямоугольную систему координат Oxyz, вершина S лежит на оси z, $S(0,0,\sqrt{3})$. Поскольку грани SAB и SCD перпендикулярны плоскости основания, углы BAD и ADC равны $\frac{\pi}{6}$ и $\frac{\pi}{3}$ соответственно, то оси x, y можно направить так, что проекции граней SAB и SCD будут лежать на осях x и y соответственно: AB лежит на оси x, CD лежит на оси y, проекция S на плоскость ABCD совпадает с началом координат O. Далее, в прямоугольном треугольнике AOD гипотенуза AD=2, точки A и D имеют координаты $(\sqrt{3},0,0)$ и $(0,1,0)$ соответственно. Пусть K - точка пересечения BC и AD, тогда в равнобедренном треугольнике ABK углы A и K равны $\frac{\pi}{6}$, угол B равен $\frac{2\pi}{3}$. Кроме того, в прямоугольном треугольнике BOC углы B и C равны соответственно $\frac{\pi}{3}$ и $\frac{\pi}{6}$. В треугольнике ABK длина стороны AB по условию равна $\frac{3\sqrt{3}}{4}$, откуда длина AK равна $\frac{9}{4}$, длина OB равна $\frac{\sqrt{3}}{4}$, длина OC равна $\frac{3}{4}$, $CD=\frac{1}{4}$. Длина DK равна $\frac{1}{4}$, угол ADC равен $\frac{\pi}{3}$, откуда легко определяются координаты $K(-\frac{\sqrt{3}}{8}, \frac{9}{8}, 0)$, принадлежащей плоскостям SBC, SAD и плоскости основания ABCD. Расстояние от нее до вершины $S(0,0,\sqrt{3})$ равно $\sqrt{\frac{69}{16}} = \frac{\sqrt{69}}{4}$.

Ответ: $\frac{\sqrt{69}}{4}$

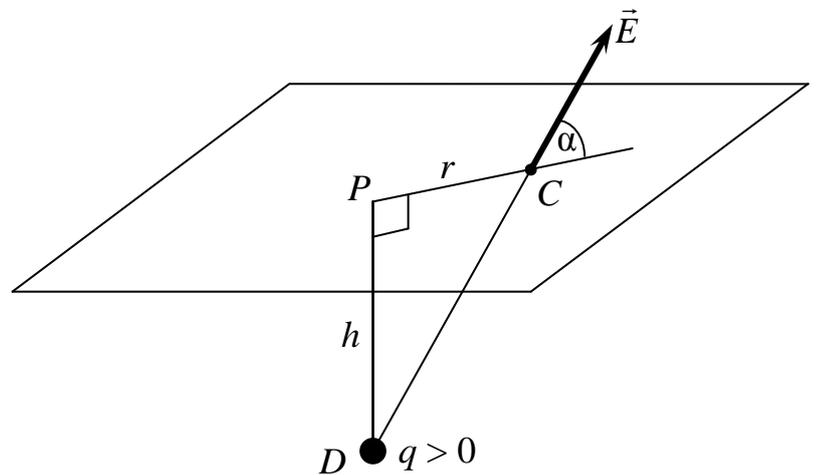
Задание 2. (15 баллов)

Залежи полезных ископаемых могут обладать аномальным электрическим зарядом. Исследование электрического поля этого заряда помогает определить местоположение и размеры залежи. Рассмотрим это исследование на макете в лаборатории.

В недоступной для наблюдения части пустого пространства под горизонтальной плоскостью на расстоянии $h = 1$ м от нее находится точечный электрический заряд. Для определения его положения исследуют поведение горизонтальной составляющей $E_{\text{гор}}$ напряженности электрического поля, создаваемого зарядом в различных точках этой плоскости. Оказалось, что величина $E_{\text{гор}}$ достигает минимального значения в некоторой точке O плоскости, а в точке A , принадлежащей плоскости и удаленной от точки O на расстояние $r_A = 0,5$ м, $E_{\text{гор}}(A) = 40$ В/м. Найдите величину горизонтальной составляющей $E_{\text{гор}}$ напряженности электрического поля, создаваемого зарядом в точке B , принадлежащей плоскости и удаленной от точки O на расстояние $r_B = 2$ м.

Решение.

Предположим, что точечный заряд величиной q расположен в некоторой точке D под горизонтальной плоскостью в пустом пространстве. Для определенности будем считать, что заряд q положительный. Пусть P – точка плоскости, под которой расположен заряд, так что отрезок DP перпендикулярен горизонтальной плоскости. В произвольной точке C горизонтальной плоскости, находящейся на расстоянии r от точки P , вектор напряженности электрического поля заряда q направлен вдоль прямой DC и лежит в плоскости, в которой лежат точки D , P и C (см. рис.). Как следует из закона Кулона, модуль вектора напряженности



этого поля в точке C равен $E = \frac{k|q|}{h^2 + r^2}$. Соответственно величина $E_{\text{гор}}$ горизонтальной составляющей вектора напряженности электрического поля вдоль горизонтальной плоскости составляет

$$E_{\text{гор}} = E \cos \alpha = \frac{k|q|}{h^2 + r^2} \cdot \frac{r}{\sqrt{h^2 + r^2}} = \frac{k|q|r}{(h^2 + r^2)^{3/2}}. \quad (1)$$

Точно такой же вид (1) имеет выражение для горизонтальной составляющей $E_{\text{гор}}$ в точке C и в случае отрицательного заряда q . Из (1) видно, что величина $E_{\text{гор}}(r)$ всегда неотрицательна, причем достигает минимального значения, равного нулю, лишь при $r = 0$, т.е. в точке горизонтальной плоскости, расположенной над точечным зарядом. Следовательно, точечный заряд, расположение которого исследуется в данной задаче, с необходимостью должен находиться под точкой O горизонтальной поверхности. Выписывая с учетом (1) выражения для горизонтальной составляющей напряженности электрического поля точечного заряда в точках A и B :

$$E_{\text{гор}}(A) = \frac{k|q|r_A}{(h^2 + r_A^2)^{3/2}},$$

$$E_{\text{гор}}(B) = \frac{k|q|r_B}{(h^2 + r_B^2)^{3/2}},$$

$$\text{получим: } \frac{E_{\text{гор}}(B)}{E_{\text{гор}}(A)} = \frac{r_B (h^2 + r_A^2)^{3/2}}{r_A (h^2 + r_B^2)^{3/2}} = \frac{2(1 + 0,25)^{3/2}}{0,5(1 + 4)^{3/2}} = \frac{4 \cdot \left(\frac{5}{4}\right)^{3/2}}{5^{3/2}} = \frac{4}{4^{3/2}} = 0,5.$$

Поэтому $E_{\text{гор}}(B) = 0,5E_{\text{гор}}(A) = 20 \text{ В/м}$.

Ответ: $E_{\text{гор}}(B) = 20 \text{ В/м}$

Задание 3. (15 баллов)

Геофизика является одним из разделов современной геологии. При проведении геофизических исследований Земной коры часто используются волновые поля различной физической природы (упругие, электромагнитные и др.). Для правильного геологического истолкования результатов подобных исследований важно владеть математическим аппаратом для анализа волновых процессов. В предлагаемой задаче рассматриваются два волновых процесса, характеристики которых в некоторых точках геологической среды совпадают.

Первая волна задается зависимостью сигнала y от времени t как $y = 3\cos t + 4\sin t$, вторая волна определяется из равенства $y = 1 + 6\sin 2t$. В какие моменты времени

$t, t \in \left[\frac{\pi}{12}; 2,9 - \frac{\pi}{2}\right]$, значения сигналов совпадают?

Решение.

Задача предполагает решение уравнения

$$6\sin 2t - 3\cos t - 4\sin t + 1 = 0 \Leftrightarrow 12\sin t \cos t - 3\cos t - 4\sin t + 1 = 0,$$

из которого следует, что $\begin{cases} \sin t = \frac{1}{4}, \\ \cos t = \frac{1}{3} \end{cases}$. В первом случае, т.е. $\sin t = 1/4$, корень

$t = \arcsin(1/4)$ не находится на указанном в условии отрезке, поскольку

$$\arcsin(1/4) < \frac{\pi}{12} \Leftrightarrow 1/4 < \sin\left(\frac{\pi}{12}\right) = \frac{\sqrt{2-\sqrt{3}}}{2} \Leftrightarrow \frac{1}{2} < \sqrt{2-\sqrt{3}} \Leftrightarrow \sqrt{3} < 1.75. \text{ Во втором}$$

случае, т.е. $\cos t = 1/3$, получаем $t = \arccos(1/3)$, поскольку

$$\arccos(1/3) < 2.9 - \pi/2 \Leftrightarrow 1/3 > \cos(2.9 - \pi/2) = \sin 2.9 = \sin(\pi - 2.9). \text{ Последнее}$$

неравенство справедливо в силу соотношения

$$\sin(\pi - 2.9) < \pi - 2.9 < 1/3 \Leftrightarrow \pi < 3.2333\dots$$

Ответ: $t \in \{\arccos(1/3)\}$

Задание 4. (15 баллов)

В полевых условиях иногда приходится проводить измерения необходимых величин, используя подручные средства вместо привычных устройств и приборов.

Для измерения плотности жидкости цилиндрическую стеклянную трубку с открытыми концами и внутренним диаметром около 0,5 см опускают вертикально в жидкость, так что нижний конец трубки оказывается на глубине H . Верхний конец трубки плотно затыкают пальцем и медленно вытаскивают трубку из жидкости целиком, сохраняя вертикальное положение трубки. Часть жидкости при этом выливается, и в трубке остается столбик жидкости высотой $h = 20$ см. Плотность жидкости оказалась равной $\rho = 1,0 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$. Какова была величина H , если длина трубки $L = 70$ см? Величина атмосферного давления $p_0 = 10^5$ Па. Температуру воздуха в трубке считать постоянной.

Решение.

Когда первоначально трубка погружена в жидкость, и ее верхний конец открыт, воздух в трубке находится под давлением p_0 и занимает объем $(L - H)S$, где S – площадь поперечного сечения отверстия в трубке. После вытаскивания трубки из жидкости и вытекания части жидкости давление воздуха в трубке равно p , а его объем равен $(L - h)S$. Поскольку при этом температура воздуха в трубке не изменилась, то согласно закону Бойля – Мариотта

$$p_0(L - H)S = p(L - h)S,$$

$$p = p_0 \cdot \frac{L - H}{L - h}. \quad (1)$$

С другой стороны, давления p и p_0 в верхнем и в нижнем сечении столбика жидкости в вынутой трубке связаны между собой соотношением

$$p_0 = p + \rho gh, \quad (2)$$

где ρ – плотность жидкости. Исключая из соотношения (2) давление p с помощью формулы (1), получим:

$$H = h \left[1 + \frac{\rho g(L-h)}{p_0} \right] = 0,2 \cdot \left[1 + \frac{1,0 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot (0,7 - 0,2)}{10^5} \right] = 0,2 \cdot (1 + 0,05) = 0,21 \text{ м.}$$

Ответ: $H = 21 \text{ см.}$

Задание 5. (15 баллов)

Дайте развернутый ответ на вопрос: «Зачем геологи изучают вулканы и вулканические извержения?»

Ответ:

Раздел геологии, изучающий вулканы и вулканические извержения называется вулканологией. Современных целей у вулканологии можно выделить три.

1) Разработка методов предсказания извержений. Вулкан – опасный объект. Начиная с конца 17 века вулканические извержения унесли более 200 тыс. жизней. Вдобавок происходят и другие неприятности - выделяются газы и вулканический пепел (что может привести, например, к запретам полетов на самолетах), нагревается грунт, происходит деформация поверхности, происходят сейсмические события. Поэтому важно разработать надежные комплексные подходы к раннему предсказанию извержений. Сейчас можно выделить:

- Сейсмические методы – основаны на наблюдениях за землетрясениями – предшественниками извержений;
- Геохимические методы – наблюдения за выделением газов;
- Геодезические методы – наблюдения за изменением поверхности;
- Физические методы – наблюдения за изменением температуры источников, почвы, воды в озерах и т.д.

2) «Научно-познавательная вулканология». Изучение продуктов извержения имеющих, в основном глубинное происхождение, дает дополнительный фактический материал для понимания геохимических процессов, проходящих в глубинных геосферах. Так, при бурении Кольской сверхглубокой скважины были отобраны образцы с глубины чуть более 12 километров. А в продуктах извержения вулканов можно найти фрагменты пород и зёрна минералов с глубины до 500-600 километров.

3) Практическая – разработка способов использования вулканического тепла горячих вод и пара для нужд экономики, а также выявление закономерностей образования полезных ископаемых вулканогенного происхождения. К таким можно отнести туф – сцементированные рыхлые породы вулканических извержений и пемза - пористая, легкая вулканическая горная порода, образующаяся в результате вспучивания и быстрого застывания лавы. Туф, обладающий прочностью, легкостью и низкой теплопроводностью,

применяется как стеновой строительный материал. Из разрезанных туфовых блоков возводят многоэтажные дома, хозяйственные постройки. Пемза широко используется в химической и стекольной промышленности, а также при изготовлении абразивных материалов и служит наполнителем в бетонах.

Задание 6. (15 баллов)

В результате каких геологических процессов могли образоваться такие причудливые формы?

Ответ обоснуйте.



Ответ:

Такие причудливые формы рельефа могут образовываться только в результате геологической деятельности моря. Геологическая деятельность моря бывает нескольких типов: разрушительная (абразия), которая заключается в разрушении берегов и дна, перенос и аккумулятивная, которая заключается в накоплении разрушенного материала. В нашем случае наблюдается абразия, причем избирательная. Абразия осуществляется в результате: ударов волн; ударов многочисленными обломками горных пород, захватываемыми сильными волнами; химического действия воды. Химическое воздействие морской воды осуществляется при помощи содержащихся в ней солей и других активных веществ. Очевидно, что различная податливость абразии пород, образовавших берег, ведёт к образованию ниш, отвесных обрывов (клифов) их обваливанию. В том случае, если воздействию подвергаются участки суши, сильно вдающиеся в море (мысы и т д), то образуются арки, гrotы, которые некоторое время сохраняются, а затем обрушиваются. На их месте остаются абразионные останцы в виде

отдельных подводных и надводных скал (которые мы наблюдаем на фотографии), указывающих на прежнее положение береговой линии. Подобные арки известны у берегов Франции, Испании, России (в Крыму) и в других местах. Интересно отметить, что в районах, прилежащих к морю и испытывающих длительное поднятие, такие арки и абразионные останцы могут находиться даже выше уровня моря (например, в Норвегии).

Не стоит забывать и о том, что надводная часть таких арок и скал постоянно подвергается также геологической деятельности ветра: выдуванию (или дефляции) и обтачиванию (или корразии). Это приводит к изменению их внешнего экзотического вида.

Олимпиада школьников «Ломоносов» по ГЕОЛОГИИ

Заключительный этап (10-11 классы)

Вариант 2 - Решения

Задание 1. (25 баллов)

Исследуется процесс формирования структуры горной породы. Извлеченный из горной породы образец представляет собой четырехугольную пирамиду с основанием ABCD и вершиной S, удаленной от плоскости основания на $\frac{\sqrt{3}}{2}$. Противоположные боковые грани SAB и SCD перпендикулярны плоскости основания. Стороны AD и AB основания ABCD равны 4 и $\frac{3\sqrt{3}}{2}$ соответственно, угол BAD равен $\frac{\pi}{6}$, угол ABC равен $\frac{2\pi}{3}$, угол ADC равен $\frac{\pi}{3}$. На каком расстоянии от вершины S находится точка пересечения плоскостей SAD, SBC и ABCD?

Решение.

Рассмотрим прямоугольную систему координат Oxyz, вершина S лежит на оси z, $S(0,0, \frac{\sqrt{3}}{2})$. Поскольку грани SAB и SCD перпендикулярны плоскости основания, углы BAD и ADC равны $\frac{\pi}{6}$ и $\frac{\pi}{3}$ соответственно, то оси x, y можно направить так, что проекции граней SAB и SCD будут лежать на осях x и y соответственно: AB лежит на оси x, CD лежит на оси y, проекция S на плоскость ABCD совпадает с началом координат O. Далее, в прямоугольном треугольнике AOD гипотенуза AD=4, точки A и D имеют координаты $(2\sqrt{3}, 0, 0)$ и $(0, 2, 0)$ соответственно. Пусть K - точка пересечения BC и AD, тогда в равнобедренном треугольнике ABK углы A и K равны $\frac{\pi}{6}$, угол B равен $\frac{2\pi}{3}$. Кроме того, в прямоугольном треугольнике BOC углы B и C равны соответственно $\frac{\pi}{3}$ и $\frac{\pi}{6}$. В треугольнике ABK длина стороны AB по условию равна $\frac{3\sqrt{3}}{2}$, откуда длина AK равна $\frac{9}{2}$, длина OB равна $\frac{\sqrt{3}}{2}$, длина OC равна $\frac{3}{2}$, $CD = \frac{1}{2}$. Длина DK равна $\frac{1}{2}$, угол ADC равен $\frac{\pi}{3}$, откуда легко определяются координаты $K(-\frac{\sqrt{3}}{4}, \frac{9}{4}, 0)$, принадлежащей

плоскостям SBC , SAD и плоскости основания $ABCD$. Расстояние от нее до вершины $S(0,0, \frac{\sqrt{3}}{2})$ равно $\sqrt{6}$.

Ответ: $\sqrt{6}$

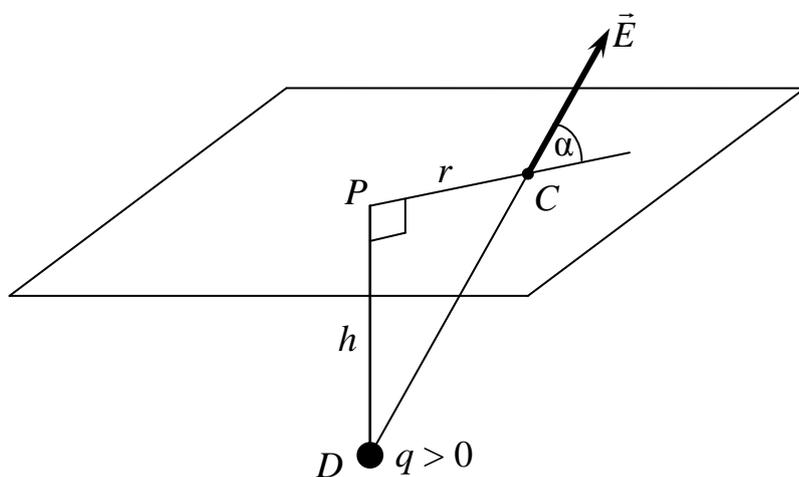
Задание 2. (15 баллов)

Залежи полезных ископаемых могут обладать аномальным электрическим зарядом. Исследование электрического поля этого заряда помогает определить местоположение и размеры залежи. Рассмотрим это исследование на макете в лаборатории.

В недоступной для наблюдения части пустого пространства под горизонтальной плоскостью на расстоянии $h = 1,5$ м от нее находится точечный электрический заряд. Для определения его положения исследуют поведение горизонтальной составляющей $E_{\text{гор}}$ напряженности электрического поля, создаваемого зарядом в различных точках этой плоскости. Оказалось, что величина $E_{\text{гор}}$ достигает минимального значения в некоторой точке O плоскости, а в точке A , принадлежащей плоскости и удаленной от точки O на расстояние $r_A = 0,5$ м, $E_{\text{гор}}(A) = 81$ В/м. Найдите величину горизонтальной составляющей $E_{\text{гор}}$ напряженности электрического поля, создаваемого зарядом в точке B , принадлежащей плоскости и удаленной от точки O на расстояние $r_B = 4,5$ м.

Решение.

Предположим, что точечный заряд величиной q расположен в некоторой точке D под горизонтальной плоскостью в пустом пространстве. Для определенности будем считать, что заряд q положительный. Пусть P – точка плоскости, под которой расположен заряд, так что отрезок DP перпендикулярен горизонтальной плоскости. В произвольной точке C горизонтальной плоскости, находящейся на расстоянии r от точки P , вектор напряженности электрического поля заряда q направлен вдоль прямой DC и лежит в плоскости, в которой лежат точки D , P и C (см. рис.). Как следует из закона Кулона, модуль вектора напряженности этого поля в точке C равен $E = \frac{k|q|}{h^2 + r^2}$. Соответственно величина $E_{\text{гор}}$ горизонтальной составляющей вектора напряженности электрического поля вдоль горизонтальной плоскости составляет



$$E_{\text{гор}} = E \cos \alpha = \frac{k|q|}{h^2 + r^2} \cdot \frac{r}{\sqrt{h^2 + r^2}} = \frac{k|q|r}{(h^2 + r^2)^{3/2}} . \quad (1)$$

Точно такой же вид (1) имеет выражение для горизонтальной составляющей $E_{\text{гор}}$ в точке C и в случае отрицательного заряда q . Из (1) видно, что величина $E_{\text{гор}}(r)$ всегда неотрицательна, причем достигает минимального значения, равного нулю, лишь при $r = 0$, т.е. в точке горизонтальной плоскости, расположенной над точечным зарядом. Следовательно, точечный заряд, расположение которого исследуется в данной задаче, с необходимостью должен находиться под точкой O горизонтальной поверхности. Выписывая с учетом (1) выражения для горизонтальной составляющей напряженности электрического поля точечного заряда в точках A и B :

$$E_{\text{гор}}(A) = \frac{k|q|r_A}{(h^2 + r_A^2)^{3/2}} ,$$

$$E_{\text{гор}}(B) = \frac{k|q|r_B}{(h^2 + r_B^2)^{3/2}} ,$$

$$\frac{E_{\text{гор}}(B)}{E_{\text{гор}}(A)} = \frac{r_B (h^2 + r_A^2)^{3/2}}{r_A (h^2 + r_B^2)^{3/2}} = \frac{4,5(2,25 + 0,25)^{3/2}}{0,5(2,25 + 20,25)^{3/2}} = \frac{9 \cdot \left(\frac{5}{2}\right)^{3/2}}{\left(\frac{45}{2}\right)^{3/2}} = \frac{9}{9^{3/2}} = \frac{1}{3} .$$

$$\text{Поэтому } E_{\text{гор}}(B) = \frac{1}{3} E_{\text{гор}}(A) = 27 \text{ В/м.}$$

Ответ: $E_{\text{гор}}(B) = 27 \text{ В/м}$

Задание 3. (15 баллов)

Геофизика является одним из разделов современной геологии. При проведении геофизических исследований Земной коры часто используются волновые поля различной физической природы (упругие, электромагнитные и др.). Для правильного геологического истолкования результатов подобных исследований важно владеть математическим аппаратом для анализа волновых процессов. В предлагаемой задаче рассматриваются два волновых процесса, характеристики которых в некоторых точках геологической среды совпадают.

Первая волна задается зависимостью сигнала y от времени t как $y = 4 \cos t + 4 \sin t$, вторая волна определяется из равенства $y = 1 + 8 \sin 2t$. В какие моменты времени

$t, t \in \left[\frac{\pi}{8}; 2,9 - \frac{\pi}{2}\right]$, значения сигналов совпадают?

Решение.

Задача предполагает решение уравнения

$$8 \sin 2t - 4 \cos t - 4 \sin t + 1 = 0 \Leftrightarrow 16 \sin t \cos t - 4 \cos t - 4 \sin t + 1 = 0 ,$$

из которого следует, что $\begin{cases} \sin t = \frac{1}{4}, \\ \cos t = \frac{1}{4} \end{cases}$. В первом случае, т.е. $\sin t = 1/4$, корень

$t = \arcsin(1/4)$ не находится на указанном в условии отрезке, поскольку

$$\arcsin(1/4) < \frac{\pi}{8} \Leftrightarrow 1/4 < \sin\left(\frac{\pi}{8}\right) = \frac{\sqrt{2-\sqrt{2}}}{2} \Leftrightarrow \sqrt{2} < 1.75. \text{ Во втором случае, т.е.}$$

$\cos t = 1/4$, получаем $t = \arccos(1/4)$, поскольку

$$\arccos(1/4) < 2.9 - \pi/2 \Leftrightarrow 1/4 > \cos(2.9 - \pi/2) = \sin(\pi - 2.9). \text{ Последнее неравенство}$$

справедливо в силу соотношения $\sin(\pi - 2.9) < \pi - 2.9 < 1/4$.

Ответ: $t \in \{\arccos(1/4)\}$

Задание 4. (15 баллов)

В полевых условиях иногда приходится проводить измерения необходимых величин, используя подручные средства вместо привычных устройств и приборов.

Для измерения плотности жидкости цилиндрическую стеклянную трубку с открытыми концами и внутренним диаметром около 0,5 см опускают вертикально в жидкость, так что нижний конец трубки оказывается на глубине $H = 26$ см. Верхний конец трубки плотно затыкают пальцем и медленно вытаскивают трубку из жидкости целиком, сохраняя вертикальное положение трубки. Часть жидкости при этом выливается, и в трубке остается столбик жидкости высотой $h = 25$ см. Плотность жидкости оказалась равной $\rho = 0,8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$. Какова длина трубки L ? Величина атмосферного давления $p_0 = 10^5$ Па. Температуру воздуха в трубке считать постоянной.

Решение.

Когда первоначально трубка погружена в жидкость, и ее верхний конец открыт, воздух в трубке находится под давлением p_0 и занимает объем $(L - H)S$, где S – площадь поперечного сечения отверстия в трубке. После вытаскивания трубки из жидкости и вытекания части жидкости давление воздуха в трубке равно p , а его объем равен $(L - h)S$. Поскольку при этом температура воздуха в трубке не изменилась, то согласно закону Бойля – Мариотта

$$p_0(L - H)S = p(L - h)S,$$

$$p = p_0 \cdot \frac{L - H}{L - h}. \quad (1)$$

С другой стороны, давления p и p_0 в верхнем и в нижнем сечении столбика жидкости в вынутой трубке связаны между собой соотношением

$$p_0 = p + \rho gh, \quad (2)$$

где ρ – плотность жидкости. Исключая из соотношения (2) давление p с помощью формулы (1), получим:

$$L = h + \frac{p_0}{\rho gh} \cdot (H - h) = 0,25 + \frac{10^5 \cdot (0,26 - 0,25)}{0,8 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot 0,25} = 0,25 + \frac{1}{2} = 0,75 \text{ м.}$$

Ответ: $L = 75$ см.

Задание 5. (15 баллов)

Дайте развернутый ответ на вопрос: «Зачем геологи изучают метеориты и метеоритные кратеры?»

Ответ:

Для геологов изучение метеоритов — это один из немногих способов реконструировать вещественный состав глубинных частей нашей планеты, недоступных для изучения другими методами. Так, при бурении Кольской сверхглубокой скважины были отобраны образцы с глубины чуть более 12 километров. В продуктах извержения вулканов и кимберлитовых трубках изредка можно найти фрагменты пород и зёрна минералов с глубины до 500-600 километров. Радиус же Земли — почти 6400 километров! В поисках ответа на вопрос «что же там, ещё глубже под поверхностью?» геологи обратили внимание на метеориты, представляющие собой остатки вещества, из которого четыре с половиной миллиарда лет назад сформировались планеты Солнечной системы. Таким образом, изучая метеориты и используя имеющиеся знания о процессах планетообразования, можно достаточно точно реконструировать состав и структуру самых глубинных оболочек Земли. Полученные в результате модели хорошо согласуются с данными геофизиков, «просвечивающих» её сейсмическими волнами.

Изучение метеоритных кратеров позволяет получить и другую информацию. Большинство распространённых минералов при высоком давлении создают новые модификации с плотной кристаллической структурой. Однако, согласно расчётам, эти модификации должны были образовываться на больших глубинах и вероятность найти их в природных образцах на поверхности равны нулю. Тем не менее, начиная с 60-х гг. появились находки минералов высокого давления в метеоритных (импактных) кратерах. Дело в том, что падение метеоритов порождает по-настоящему высокие ударные давления. Наиболее известные находки — модификации кремнезема SiO_2 высокого давления — коэсит и стишовит.

Задание 6. (15 баллов)

В результате каких геологических процессов могли образоваться такие причудливые формы?

Ответ обоснуйте.



Ответ:

Такие причудливые формы рельефа могут образовываться только в результате процессов избирательного выветривания. Выветривание – следует понимать шире, чем следует из названия. Это не просто работа ветра, это совокупность многих физических и химических факторов разрушения горных пород. Но ветер также активно работал над этим участком – изображенные причудливые «столбы» могли образоваться именно в результате разрушительной деятельности именно ветра: выдувания собственно ветром (или дефляции) и обтачивания горных пород при помощи переносимого ветром частиц, например, песка. Такой процесс обтачивания называют корразией. Струи воздуха проникают в трещины и щели твердых горных пород и выдувают из них рыхлые продукты выветривания. Наличие зияющих трещин способствует дальнейшему развитию процессов физического выветривания и последующему выносу ветром новых порций получаемого обломочного материала. Трещины со временем значительно расширяются в итоге образуются обточенные скалы причудливых форм в виде башен, колонн, обелисков и т.п.

Почему же столбы? Дело в том, что характер выветривания тут был избирательный. Не все горные породы и даже не все части одной породы разрушаются равномерно. В трещиноватых участках пород выветривание происходит значительно легче, вдоль трещин образуются карманы продуктов выветривания. Одни компоненты породы разрушаются легче, другие трудней. Одни слои более подвержены выветриванию, другие менее, в результате местами возникают останцы более устойчивых слоев (в виде столбов, башен) на фоне продуктов выветривания разрушенных слоев, что мы и видим на фотографии. Такие формы рельефа встречаются в Крыму, Восточном Казахстане и многих других местах. Особенно известны склоны горы Демерджи в Крыму, где многим таким башням даны даже собственные имена.

Олимпиада школьников «Ломоносов» по ГЕОЛОГИИ

Ответы на задания заключительного этапа (10-11 классы)

Номер задания	Ответ	
	Вариант 1.	Вариант 2.
Задание 1.	$\frac{\sqrt{69}}{4}$	$\sqrt{6}$
Задание 2.	20 В/м	27 В/м
Задание 3.	$t \in \{\arccos(1/3)\}$	$t \in \{\arccos(1/4)\}$
Задание 4.	21 см	75 см

Задание 5.**Вариант 1**

Ответ на вопрос должен включать три основных причины:

- 1) научное направление (состав лавы и газов, образование редких минералов, состав внутренних оболочек Земли, тектоника плит, сейсмичность и их связь с вулканизмом, геологическая история Земли и т.п.);
- 2) с целью предотвращения вредного воздействия на человека и его хозяйственную деятельность вулканических извержений в различной форме (катастрофические взрывы, потоки лавы, загрязнение окружающей среды, выбросы пепла в атмосферу и т.п.). Приветствуется описание возможных способов защиты от вредного воздействия и предсказание извержений;
- 3) полезные для человечества последствия вулканизма (образование вулканогенных месторождений полезных ископаемых, в том числе сами вулканические породы, газы, геотермальная энергия и т.п.).

Балл снижался за отсутствие в ответе одной или нескольких этих причин (в той или иной форме).

Вариант 2

Ответ на вопрос должен включать три основных причины:

- 1) научное направление (состав метеоритного вещества, изучение минералов и пород, сформированных при сверхвысоких температурах и давлениях (импактный метаморфизм), источники метеоритного вещества, метеоритная версия зарождения жизни на Земле, гибели динозавров и т.п.);
- 2) с целью предотвращения вредного воздействия на человека и его хозяйственную деятельность падений метеоритов (катастрофические взрывы, разрушения, экологические

загрязнения. Приветствуется описание возможных способов защиты и предсказание падений;

3) полезные для человечества последствия падений метеоритов (метеориты – источник ценных компонентов, импактные алмазы, метеоритные гипотезы происхождения некоторых месторождений и т.п.).

Балл снижался за отсутствие в ответе одной или нескольких этих причин (в той или иной форме).

Задание 6.

Данные останцы образованы более прочными и устойчивыми породами по отношению к окружающим. В ответе на вопрос должны быть указаны процессы выветривания (разрушение пород под действием физических, химических и биологических факторов), геологической работы ветра (выдувание частиц и обтачивание). Дополнительные баллы начислялись за упоминание любого возможного третьего геологического процесса (морская абразия, речная эрозия, гравитационные обвалы и осыпи).

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)	25	15	15	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.	15	10	10	10	10	10

<p>Задание выполнено с существенными недочетами:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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
<p>Задание не выполнено:</p> <ul style="list-style-type: none"> - решение с самого начала велось неверным путем; - отсутствие выполненного задания в работе. 	0	0	0	0	0	0

Для задания 1 предусмотрена возможность выставления оценки 20 баллов за недостаточно полное обоснование решения при правильном ответе или небрежном оформлении работы.



2015/2016 учебный год
КРИТЕРИИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОБЕДИТЕЛЕЙ И ПРИЗЁРОВ¹

олимпиады школьников

«ЛОМОНОСОВ»

по геологии

10-11 классы

ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП

ПОБЕДИТЕЛЬ:

От 90 баллов включительно и выше.

ПРИЗЁР:

От 40 баллов до 89 баллов включительно.

ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП

ПОБЕДИТЕЛЬ (диплом I степени):

От 85 баллов включительно и выше.

ПРИЗЁР (диплом II степени):

От 75 баллов до 84 баллов включительно.

ПРИЗЁР (диплом III степени):

От 65 баллов до 74 баллов включительно.

¹ Утверждены на заседании жюри олимпиады школьников «Ломоносов» по геологии