

Олимпиада школьников «Ломоносов» по ГЕОЛОГИИ

Заключительный этап (5-9 классы)

Задания с решениями и ответами

Задание 1. (20 баллов)

Процесс обработки образцов глинистых пород включает их высушивание. Известно, что перед обработкой образец весил 2 г и содержал от 20 до 30% воды. После высушивания вес образца стал равен 1.9 г. В каких пределах может изменяться процентная доля воды в обработанном образце?

Решение.

Пусть $t \in [0,2; 0,3]$ - доля воды в необработанном образце. Тогда имеем равенство $2=2t+2(1-t)$.

После удаления части воды массой x это равенство переходит в $1.9=2t-x+2(1-t)$, из которого

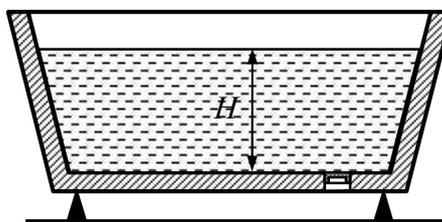
$x=0.1$ (г). Теперь искомая величина, равная $\frac{2t-x}{1.9} \cdot 100\%$ находится в пределах от $\frac{0.4-0.1}{1.9} \cdot 100\%$ до

$\frac{0.6-0.1}{1.9} \cdot 100\%$.

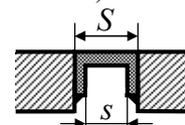
Ответ: от $15\frac{15}{19}\%$ до $26\frac{6}{19}\%$.

Задание 2. (15 баллов)

В ванне налит слой воды толщиной $H=30$ см. На дне ванны имеется сливное отверстие, которое перекрыто цилиндрической твёрдой пробкой массой $m=50$ г, опирающейся на несколько выступов в дне ванны (см. рис.).



Пробка в сливном отверстии (вид сбоку, увеличено)



Какую вертикальную силу \vec{F} нужно приложить к пробке, чтобы её приподнять, преодолевая силу давления воды? Площадь верхнего основания пробки $S=15$ см², площадь горизонтального сечения цилиндрической выемки в пробке $=10$ см². Плотность воды $\rho=1000$ кг/м³, атмосферное давление $p_0=10^5$ Па. Ускорение свободного падения принять равным $g=10$ м/с². Трением между пробкой и стенками сливного отверстия пренебречь.

Решение.

Пока вертикальная сила \vec{F} не приложена к пробке, пробка покоится под действием силы тяжести $m\vec{g}$, силы \vec{F}_1 давления воды на верхнее основание пробки, силы \vec{F}_2 давления воздуха на нижнюю часть пробки, силы \vec{N} со стороны выступов в сливном отверстии (см. рис. 1). Эти силы взаимно уравновешены: $m\vec{g} + \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{N} = 0$.

В момент отрыва пробки от выступов $\vec{N} = 0$, и, чтобы приподнять пробку, необходимо приложить к ней силу \vec{F} (см.

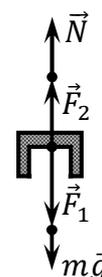


Рис. 1.

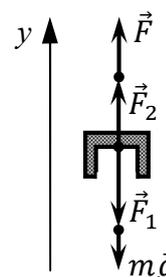


Рис. 2.

рис.

2), чтобы пробка снова находилась в равновесии:

$$m\vec{g} + \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F} = 0.$$

В проекциях на ось получим:

$$F + F_2 - mg - F_1 = 0.$$

Отсюда

$$F = mg + F_1 - F_2.$$

На глубине H давление в воде

$$p = p_0 + \rho gH.$$

Поэтому

$$F_1 = pS = (p_0 + \rho gH)S.$$

Чтобы найти F_2 , рассмотрим цилиндрическое тело, состоящее из пробки и воздуха в её полости (см. рис. 3). Окружающий воздух действует на это тело снизу силой, равной по модулю p_0S . Масса воздуха в полости пробки ничтожна по сравнению с массой пробки. Поэтому можно считать, что силы, действующие на него сверху (со стороны пробки) и снизу (со стороны окружающего воздуха), равны по величине друг другу. По 3-му закону Ньютона отсюда следует, что окружающий воздух действует снизу на пробку с той же силой, что и на цилиндр из пробки с воздухом. Таким образом,

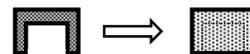


Рис. 3.

$$F_2 = p_0S.$$

Тогда

$$F = mg + (p_0 + \rho gH)S - p_0S = mg + \rho gHS.$$

Подставляя числовые значения, получим:

$$F = 0,05 \cdot 10 + 1000 \cdot 10 \cdot 0,3 \cdot 15 \cdot 10^{-4} = 5 \text{ Н.}$$

Ответ: $F = 5 \text{ Н.}$

Задание 3. (20 баллов)

Территория геологических исследований представляет собой круг, на границе которого находятся станции А, В, С и D. Станция О расположена внутри треугольника ABC и равноудалена от его сторон, при этом точки В, О и D находятся на одной прямой и длина OD в 2 раза больше длины AC. Чему равен угол между прямыми ВА и ВС? Размерами станций пренебречь.

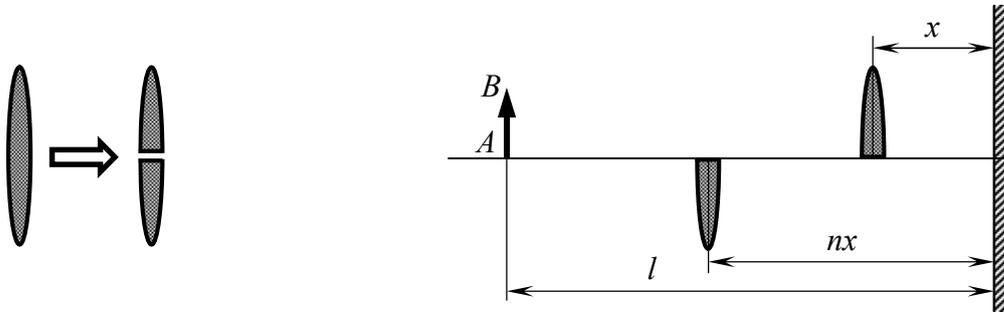
Решение.

Четырехугольник ABCD вписан в окружность, точка О – центр вписанной в треугольник ABC окружности, BD – биссектриса угла В. Следовательно, углы OAD и AOD равны полусумме углов А и В. Отсюда $DA=OD=DC$. Кроме того, $AC = 2DA \cos \frac{B}{2} = 2OD \cos \frac{B}{2} = 2AC \cos \frac{B}{2} \Rightarrow \cos \frac{B}{2} = \frac{1}{4}$.

Ответ: $2 \arccos \frac{1}{4}$.

Задание 4. (15 баллов)

Тонкую собирающую линзу разрезали на две равные части – верхнюю и нижнюю. Полученные половинки линзы установили перед вертикальным плоским экраном, как показано на рисунке. Первая половинка линзы установлена на расстоянии x от экрана, а вторая – в $n = 2$ раза дальше от экрана. Если поставить предмет AB на расстоянии $l = 90$ см от экрана, то каждая половинка линзы даст на экране чёткое действительное изображение этого предмета. Чему равно фокусное расстояние F линзы?



Решение

.

Л

любая часть линзы

ы 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 одинаковым. 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.

Запишем формулу тонкой линзы

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

для изображения предмета AB , построенного с помощью каждой из половинок линзы:

$$\frac{1}{l-x} + \frac{1}{x} = \frac{1}{F},$$

$$\frac{1}{l-nx} + \frac{1}{nx} = \frac{1}{F}.$$

Приравняв левые части этих равенств друг другу и сложив в них дроби, получим:

$$\frac{l}{x(l-x)} = \frac{l}{nx(l-nx)}.$$

Сократив на $l \neq 0$ и $x \neq 0$ левую и правую части этого равенства, получим:

$$l-x = n(l-nx).$$

Раскрыв скобки и приведя подобные, запишем это равенство в виде:

$$(n-1)l = (n^2-1)x,$$

откуда при $n \neq 1$ следует

$$x = \frac{l}{n+1}.$$

Подставив этот результат в формулу линзы для первой половинки линзы, получим:

$$\frac{1}{F} = \frac{n+1}{nl} + \frac{n+1}{l} = \frac{n+1}{l} \cdot \left(\frac{1}{n} + 1\right) = \frac{(n+1)^2}{nl}.$$

Отсюда

$$F = \frac{nl}{(n+1)^2}.$$

Подставляя числовые значения, получим:

$$F = \frac{2 \cdot 90}{(2+1)^2} = 20 \text{ см.}$$

Ответ: $F = 20$ см.

Задание 5. (15 баллов)

В каких геологических процессах важную роль играет Солнце? Почему?

Геологические процессы, формирующие облик Земли, делятся на эндогенные и экзогенные. Эндогенные процессы протекают под действием внутренней энергии Земли, как правило, в её недрах, а экзогенные – используют энергию Солнца и протекают на поверхности. Во всех экзогенных геологических процессах важную роль играет Солнце.

В процессах выветривания Солнце оказывает температурное воздействие, вызывает суточные и сезонные колебания температуры, замерзание и оттаивание, нагревание и охлаждение горных пород, что приводит к их разрушению. Солнце оказывает влияние на формирование климата, регулирует испарение воды и влажность воздуха, распространение флоры и фауны, что оказывает влияние на экзогенные геологические процессы, например, на формирование кор выветривания. Солнечная активность приводит к интенсивному таянию ледников, возникновению водно-ледниковых потоков и их отложений. Неравномерный нагрев атмосферы приводит к возникновению ветров разной интенсивности и направления. Ветер в свою очередь осуществляет разрушение горных пород, перенос и отложение материала, изменяет рельеф, формирует песчаные отложения в пустынях, на берегах рек и морей.

Задание 6. (15 баллов)

На фотографии изображен фрагмент русла реки. Как называются характерные элементы русла реки, как они образовались?



Ответ:

На фотографии изображена конусовидная вулканическая постройка. Данный вулкан относится к *центральному типу*, т.к. имеет единый центральный подводный 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
<p>Задание выполнено правильно:</p> <p>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)</p>	20	15	20	15	15	15
<p>Задание выполнено с небольшими недочетами:</p> <p>- арифметическая ошибка на завершающем этапе при полностью правильном алгоритме решения, что повлекло за собой неверный ответ;</p> <p>- правильный ответ при недостаточно полном обосновании, как он получен;</p> <p>- недостаточно полное обоснование ответов на</p>	10	10	10	10	10	10

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