

Олимпиада школьников «Ломоносов» по ГЕОЛОГИИ

Заключительный этап (5-9 классы)

Задание 1. (20 баллов)

Глубина промерзания грунта h и степень его влажности w связаны условием $h\sqrt{w} = C$, где C – постоянная для изучаемого региона. В 2020 г. степень влажности грунта была равна 0.4, в 2021 г. глубина промерзания увеличилась на 20 процентов по сравнению с 2020 г. На сколько процентов уменьшилась степень влажности грунта в 2021 г.?

Решение. Основное соотношение для w_{21} : $\frac{1.2}{\sqrt{0.4}} = \frac{1}{\sqrt{w_{21}}}$. Отсюда $w_{21} = \frac{0.4}{1.2^2}$, теперь искомая величина равна $\frac{0.4(1-1.2^{-2})}{0.4} \cdot 100\% = 30\frac{5}{9}\%$.

Ответ: $30\frac{5}{9}\%$

Задание 2. (15 баллов)

Ребята бросают камень в стенку колодца, чтобы узнать его глубину. Первый раз камень ударяется о стенку колодца около её верхнего края. Непосредственно перед ударом скорость камня направлена перпендикулярно стенке. Если модуль скорости камня перед ударом о стенку $v = 4$ м/с, то после первого удара камень ещё $n = 6$ раз ударяется о стенки колодца и падает в воду. При этом звук от последнего удара и от всплеска воды приходит к ребятам практически одновременно. Найдите расстояние от верхнего края стенки колодца до поверхности воды. Внутренняя поверхность стенок колодца вертикальна и имеет форму прямого кругового цилиндра диаметром $D = 1$ м. Удары камня о стенки колодца считать абсолютно упругими. Считать, что ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивлением воздуха пренебречь.

Решение.

Камень одновременно участвует в двух движениях – по горизонтали и по вертикали. При этом движение по горизонтали происходит независимо от движения по вертикали.

Движение камня происходит в вертикальной плоскости, включающей в себя ось цилиндра. Поэтому при каждом очередном ударе горизонтальная составляющая скорости камня направлена перпендикулярно стенке. В этом случае при абсолютно упругом ударе о стенку горизонтальная составляющая скорости камня меняет своё направление на противоположное и сохраняет свой модуль. Таким образом, между ударами движение камня по горизонтали происходит с одной и той же постоянной скоростью v , и камень проходит расстояние D за время между ударами $\tau = D/v$. Время полёта камня от первого удара о стенку до падения в воду $t = n\tau = nD/v = 6 \cdot 1/4 = 1,5$ с.

Камень движется по вертикали равноускоренно под действием только силы тяжести. Непосредственно перед первым ударом и сразу после него скорость камня направлена перпендикулярно вертикальной стенке. Следовательно, в этот момент скорость движения камня по вертикали равна нулю. Поэтому за время t камень пройдёт по вертикали расстояние

$$H = \frac{gt^2}{2}.$$

Но это и есть искомое расстояние от верхнего края стенки колодца до поверхности воды. Таким образом,

$$H = \frac{gt^2}{2} = \frac{g}{2} \cdot \left(\frac{nD}{v}\right)^2 = \frac{10}{2} \cdot \left(\frac{6 \cdot 1}{4}\right)^2 = 11,25 \text{ м.}$$

Ответ:

$$H = \frac{g}{2} \cdot \left(\frac{nD}{v}\right)^2 = 11,25 \text{ м.}$$

Задание 3. (20 баллов)

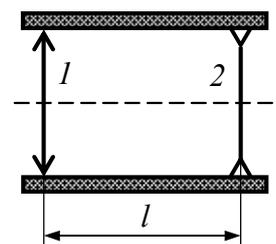
Вездеход должен доставить из полевого лагеря, находящегося в пункте A , участников геологической экспедиции до шоссе и далее следовать во второй полевой лагерь, находящийся в пункте B . Известно, что шоссе прямолинейно, оба лагеря находятся по одну сторону от шоссе и отстоят от него на расстоянии 4 и 11 км соответственно, расстояние между лагерями равно 20 км, скорость вездехода постоянна и равна 12 км/час. Чему равно минимально возможное время вездехода на путь от A к B ?

Решение. Пусть точка C – проекция B на линию шоссе, точка D симметрична B относительно этой прямой. Минимально возможный путь вездехода – отрезок AD . Длина AD вычисляется по теореме Пифагора как длина гипотенузы прямоугольного треугольника с катетами, один из которых равен проекции отрезка AB на линию шоссе, длина другого катета равна сумме расстояний от пунктов A и B до линии шоссе, откуда $AD=24$ км. Нужное время равно 2 часам.

Ответ: 2 ч.

Задание 4. (15 баллов)

Чтобы развести костёр на поляне, освещённой ярким солнцем, используют в качестве увеличительного стекла фрагмент зрительной трубы. Фрагмент состоит из двух линз, вставленных в цилиндрический корпус (см. рисунок). Линза 1 – тонкая собирающая с оптической силой $D_1 = 8$ дптр. Линза 2 – тонкая рассеивающая с оптической силой $D_2 = -4$ дптр. Главные оптические оси линз совпадают. Расстояние между линзами $l = 19$ см. Какая из линз – рассеивающая или собирающая – должна быть обращена к солнцу, чтобы развести костёр? На каком расстоянии от другой линзы надо расположить пучок сухой травы, чтобы его поджечь?



Решение.

Лучи солнца падают на линзу параллельным пучком. Если они падают на собирающую линзу 1 , то за ней они пересекаются в её фокусе F_1 . В данном случае

Поэтому из точки F_1 лучи идут далее расходящимся

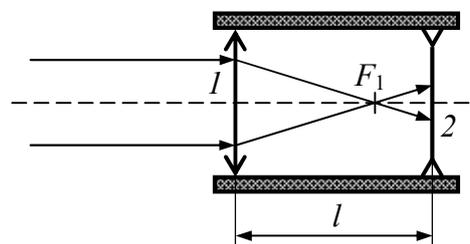


Рис. 1

$$F_1 = \frac{1}{D_1} = 12,5 \text{ см} < l.$$

пучком (см. рисунок 1), падают на рассеивающую линзу 2 и за ней расходятся ещё сильнее. Но чтобы поджечь пучок травы, лучи солнца должны за линзой сходиться в точку, где находится трава. При данном расположении устройства это невозможно.

Если к солнцу обращена рассеивающая линза 2, то за ней лучи солнца образуют расходящийся пучок, исходящий из переднего фокуса F_2 рассеивающей линзы (см. рисунок 2). Этот пучок лучей является для собирающей линзы 1 светом от точечного источника, находящегося в переднем фокусе F_2 рассеивающей линзы (см. рисунок 3). Расстояние от этого

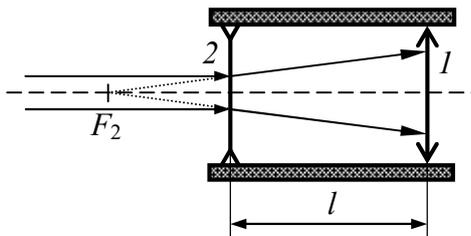


Рис. 2

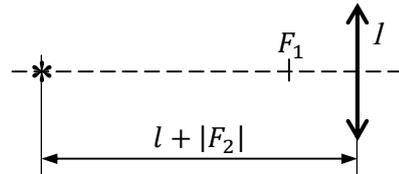


Рис. 3

точечного источника до линзы 1 равно

$$l + |F_2| = l + \left| \frac{1}{D_2} \right| = 44 \text{ см} > F_1.$$

Следовательно, справа от линзы 1 возникнет его действительное изображение, то есть свет солнца соберётся в точку на расстоянии x от линзы 1. Эта точка должна попасть в пучок травы. Значение x находим с помощью формулы тонкой линзы:

$$\frac{1}{x} + \frac{1}{l + \left| \frac{1}{D_2} \right|} = \frac{1}{F_1} = D_1.$$

Отсюда

$$x = \frac{l + \left| \frac{1}{D_2} \right|}{D_1 l + D_1 \left| \frac{1}{D_2} \right| - 1} = \frac{0,19 + 0,25}{8 \cdot 0,15 + 8 \cdot 0,25 - 1} = 0,2 \text{ м.}$$

Ответ: к солнцу должна быть обращена рассеивающая линза; $x = 0,2$ м.

Задание 5. (15 баллов)

Какое внутреннее строение и состав имеет Земля? Какими способами об этом узнают геологи?

Ответ:

Планета Земля состоит из трёх основных внутренних оболочек: земная кора, мантия и ядро. Земная кора – самая верхняя твёрдая оболочка. Ее толщина под океанами составляет всего 3-15 км, а на материках доходит до 75 км. Мантия располагается под земной корой в интервале глубин от 8-80 до 2900 км. Она делится на верхнюю и нижнюю (иногда выделяют и среднюю мантию). В верхней мантии вещество находится частично в расплавленном состоянии (астеносфера), но в основной мантии твёрдая. Ядро Земли располагается ниже 2900 км и подразделяется на внешнее (жидкое) и внутреннее (твёрдое).

Изучение внутреннего строения Земли проводится геологическими и геофизическими методами. Геологические методы основаны на изучении естественных обнажений (выходов)

горных пород, кернов буровых скважин, разрезов шахт. Эти методы дают информацию о строении и составе верхней части земной коры (не глубже 12 км). По продуктам извержения вулканов можно судить о веществе на глубинах 50-100 км. Геофизические методы основаны на анализе физических полей Земли (гравитационного, магнитного и других). Важнейшим геофизическим методом является сейсмический, позволяющий получать информацию с глубин ядра Земли.

Полный ответ должен включать описание строения Земли и характеристику каждой оболочки (в том числе состав). Дополнительные баллы можно получить более полно описав строение и состав земной коры (океанический и континентальный тип).

Задание 6. (15 баллов)

Дайте развернутый ответ на вопрос: *Как называются такие формы и в каких геологических условиях они образуются?*



Ответ: На фотографии изображена карстовая пещера с характерными формами.

Необходимыми условиями для возникновения карстового процесса и формирования карстовых форм рельефа являются: 1) наличие растворимых горных пород (известняки, доломиты, гипсы, каменная соль и др.); 2) трещиноватость пород, обеспечивающая проникновение воды; 3) хорошая растворяющая способность воды.

В результате растворения и выщелачивания горных пород подземными и поверхностными водами образуются отрицательные западинные формы рельефа на поверхности Земли (рытвины, борозды и т.д.) и различные подземные полости, пещеры, каналы.

Растворенное вещество переносится водой и может переоткладываться внутри пещер. Отложения в пещерах представлены несколькими типами: нерастворимые образования (терра-росса), обвальные накопления, аллювий подземных рек, химические осадки и др.

На данной фотографии видны натёчные аккумулятивные формы – сталактиты, растущие от кровли пещеры вниз, сталагмиты – растущие вверх, сталагматы (колонны) – сросшиеся сталактиты и сталагмиты.

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 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

При правильном решении, но небрежном оформлении решений задания 1 или задания 3 жюри вправе снизить оценку на 5 баллов.