

Олимпиада школьников «Ломоносов»

ГЕОЛОГИЯ

Вариант 1

1. Точки А и С расположены на некоторой прямой, расстояние от точки В до этой прямой равно 3 км. Сейсмическая волна выходит из точки А и после отражения в точке В проходит через точку С, скорость распространения волны равна 300 м/сек., расстояние между точками А и С равно 8 км. При каком расположении точек А и С на прямой время прохождения волны на пути из А в С будет минимально? Чему равно это время? Ответ обоснуйте.

2. В океане произошло подводное землетрясение, сигнал от которого на трех сейсмических станциях, расположенных на островах и побережье, был зарегистрирован одновременно. Какое время потребуется волне цунами, возникшей на месте землетрясения, чтобы достигнуть станций, если известно, что расстояния между станциями составляют соответственно $s_1 = 400$ км, $s_2 = 750$ км, $s_3 = 850$ км? Среднюю скорость волны цунами принять равной $v = 150$ м/с. Поверхность Земли в области, где находятся станции и произошло землетрясение, считать плоской.

3. На месторождении содержание m полезного компонента (в граммах) в тонне породы зависит от глубины залегания h по закону $m(h) = b + 2 + 2(b+3)h - h^2$. При каких значениях параметра b максимально возможное содержание полезного компонента отличается от 8 не более чем на 3?

4. Важное место среди подземных газовых хранилищ занимают так называемые изотермические газовые хранилища (например, для сжиженного метана), которые представляют собой котлован с замороженными стенками. В них сжиженный метан хранится при атмосферном давлении и температуре -161 °С. Толщина замороженных грунтовых стенок медленно растет и достигает 10-15 м. Непрерывное испарение части метана приводит к тому, что температура в хранилище остается постоянной. Пары испарившегося метана собираются, сжижаются и возвращаются в хранилище. Для иллюстрации решите следующую задачу.

Какой объем V сжиженного метана CH_4 находится в подземном хранилище, если известно, что за месяц в хранилище вследствие притока теплоты испаряется $\alpha = 2$ % общего количества метана, а метан, испарившийся в хранилище за сутки, занимает при нормальных условиях объем $V_1 = 2400$ м³? Плотность сжиженного метана $\rho = 420$ кг/м³, молярная масса метана $M = 0,016$ кг/моль, универсальная газовая постоянная $R = 8,3$ Дж/(К·моль). Нормальные условия: давление $p = 10^5$ Па, температура $t = 0$ °С.

5. Кристалл является треугольной пирамидой $SABC$, в которой величина двугранного угла между гранями SAB и SAC равна $\frac{\pi}{4}$, а плоские углы SAB и SAC равны $\frac{\pi}{6}$ и $\frac{\pi}{3}$ соответственно. Найдите величину плоского угла SAC .

6. Существуют удивительные ископаемые геологические объекты – прозрачный янтарь, в котором оказался “замурован” какой-либо предмет (например, лист или насекомое). На первый взгляд может показаться, что при рассмотрении такого предмета наличие янтаря, в силу его прозрачности, не играет никакой роли, однако, это далеко не так. Упрощая реальную ситуацию, предлагаем решить следующую задачу.

Образец янтаря (прозрачный шар радиуса $R = 2$ см с показателем преломления $n = 1,5$) содержит точечный объект. Оценить, на каком максимальном расстоянии a от центра образца может находиться этот объект, чтобы его можно было увидеть из любой точки пространства вне янтаря. При решении задачи следует учитывать только те лучи, которые до выхода из образца не испытали отражений от его поверхности, так как интенсивность света после нескольких отражений становится пренебрежимо малой.

Олимпиада школьников «Ломоносов»

ГЕОЛОГИЯ

Вариант 2

1. Точки А и С расположены на некоторой прямой, расстояние от точки В до этой прямой равно 12 км. Сейсмическая волна выходит из точки А и после отражения в точке В проходит через точку С, скорость распространения волны равна 300 м/сек., расстояние между точками А и С равно 10 км. При каком расположении точек А и С на прямой время прохождения волны на пути из А в С будет минимально? Чему равно это время? Ответ обоснуйте.

2. В океане произошло подводное землетрясение, сигнал от которого на трех сейсмических станциях, расположенных на островах и побережье, был зарегистрирован одновременно. Какое время потребуется волне цунами, возникшей на месте землетрясения, чтобы достигнуть станций, если известно, что расстояния между станциями составляют соответственно $s_1 = 600$ км, $s_2 = 630$ км, $s_3 = 870$ км? Среднюю скорость волны цунами принять равной $v = 150$ м/с. Поверхность Земли в области, где находятся станции и произошло землетрясение, считать плоской.

3. На месторождении содержание m полезного компонента (в граммах) в тонне породы зависит от глубины залегания h по закону $m(h) = b + 1 + 2(b + 2)h - h^2$. При каких значениях параметра b максимально возможное содержание полезного компонента отличается от 7 не более чем на 4?

4. Важное место среди подземных газовых хранилищ занимают так называемые изотермические газовые хранилища (например, для сжиженного метана), которые представляют собой котлован с замороженными стенками. В них сжиженный метан хранится при атмосферном давлении и температуре -161 °С. Толщина замороженных грунтовых стенок медленно растет и достигает 10-15 м. Непрерывное испарение части метана приводит к тому, что температура в хранилище остается постоянной. Пары испарившегося метана собираются, сжижаются и возвращаются в хранилище. Для иллюстрации решите следующую задачу.

Какой объем V сжиженного метана CH_4 находится в подземном хранилище, если известно, что за месяц в хранилище вследствие притока теплоты испаряется $\alpha = 3$ % общего количества метана, а метан, испарившийся в хранилище за сутки, занимает при нормальных условиях объем $V_1 = 2400$ м³? Плотность сжиженного метана $\rho = 420$ кг/м³, молярная масса метана $M = 0,016$ кг/моль, универсальная газовая постоянная $R = 8,3$ Дж/(К·моль). Нормальные условия: давление $p = 10^5$ Па, температура $t = 0$ °С.

5. Кристалл является треугольной пирамидой $SABC$, в которой величина двугранного угла между гранями SAB и SAC равна $\frac{\pi}{3}$, а плоские углы SAB и SAC равны $\frac{\pi}{6}$ и $\frac{\pi}{4}$ соответственно. Найдите величину плоского угла SAC .

6. Существуют удивительные ископаемые геологические объекты – прозрачный янтарь, в котором оказался “замурован” какой-либо предмет (например, лист или насекомое). На первый взгляд может показаться, что при рассмотрении такого предмета наличие янтара, в силу его прозрачности, не играет никакой роли, однако, это далеко не так. Упрощая реальную ситуацию, предлагаем решить следующую задачу.

Образец янтара (прозрачный шар радиуса $R = 1,5$ см с показателем преломления $n = 1,55$) содержит точечный объект. Оценить, на каком максимальном расстоянии a от центра образца может находиться этот объект, чтобы его можно было увидеть из любой точки пространства вне янтара. При решении задачи следует учитывать только те лучи, которые до выхода из образца не испытали отражений от его поверхности, так как интенсивность света после нескольких отражений становится пренебрежимо малой.