

**ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ «ЛОМОНОСОВ»**

**2010-2011 учебный год**

**ЗАДАНИЕ ОТБОРОЧНОГО ЭТАПА  
ПО КОМПЛЕКСУ ПРЕДМЕТОВ «ГЕОЛОГИЯ»**

*Олимпиадные задания рассчитаны на возрастную категорию школьников с 7 по 11 классы. Для того чтобы стать победителем отборочного этапа не обязательно решать все задания.*

*При оценке работы будут учитываться обоснование, правильность и полнота ответов и решений.*

1. Вездеход должен доставить из полевого лагеря, находящегося в точке  $A$ , участников геологической экспедиции до шоссе и далее следовать во второй полевой лагерь, находящийся в точке  $B$ . Известно, что шоссе прямолинейно, оба лагеря находятся по одну сторону от шоссе и отстоят от него на расстоянии  $a$  и  $b$  соответственно, расстояние между лагерями равно  $c$ . Чему равно минимально возможное расстояние, пройденное вездеходом на пути от  $A$  к  $B$ ?

2. Сплошной кусок породы состоит из фрагментов, представляющих собой  $N$  различных минералов, каждый из которых имеет свою плотность  $\rho_i$  и занимает свой объем  $V_i$ . Найти среднюю плотность породы.

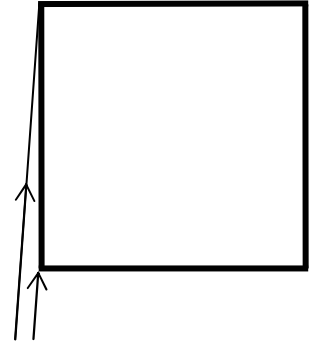
3. В лаборатории имеется лишь один прибор для обработки геологических образцов, поэтому студенты работают на этом приборе по очереди. Для получения зачета каждый студент обрабатывает один образец. Если студентов группы занумеровать в порядке возрастания производительности их труда, то первый студент может обработать один образец за час, второй - два образца за час, третий - три образца за час и т.д. Если для проведения зачета группе выделить целое число часов и все студенты будут сдавать зачет, то не будет ли простоев в работе прибора? Ответ обоснуйте.

4. Подземное хранилище объемом  $V = 300 \text{ м}^3$  служит для хранения природных горючих газов. Какую массу пропана  $\text{C}_3\text{H}_8$  можно дополнительно поместить в хранилище при температуре  $t = 15^\circ \text{C}$ , если изначально в нем находился метан  $\text{CH}_4$  при атмосферном давлении  $p_0 = 0,1 \text{ МПа}$ , а конечное значение давления газа в хранилище после помещения в него пропана составляет  $p = 16 p_0$ ? Известно, что при температуре  $t = 15^\circ \text{C}$  давление насыщенных паров пропана  $p_n = 0,9 \text{ МПа}$ , плотность жидкого пропана  $\rho = 510 \text{ кг/м}^3$ . Критическая температура метана существенно ниже температуры хранилища.

5. Обработка образца кислотным раствором в геохимической лаборатории проводится в несколько этапов, на каждом последующем этапе концентрация раствора должна

увеличиваться. Изначально в кабинете имеется сосуд с раствором некоторой начальной концентрации  $k$ ,  $0 < k < 1$ . На каждом этапе из сосуда берется 30% объема раствора для обработки, затем в сосуд доливается столько же раствора концентрации  $a$  и содержимое перемешивается. После пяти таких операций концентрация раствора должна повыситься вдвое. Выразить значение концентрации  $a$  через  $k$ .

6. Из прозрачного кристалла с неизвестным показателем преломления вырезан образец в форме куба. Вся левая грань освещена пучком параллельных световых лучей, которые падают на нее под ничтожно малым углом перпендикулярно ее горизонтальным сторонам (см. рисунок). Каким должен быть показатель преломления кристалла, чтобы практически весь свет, входящий в кристалл, выходил из него только через левую и правую грани? Лучами, отразившимися два и более раз от граней, на которых они не испытывают полного внутреннего отражения, пренебречь ввиду их малой интенсивности. Ответ обосновать.



Пользуясь справочной литературой, привести примеры кристаллов, удовлетворяющих условию задачи.

7. Нефтенасыщенный слой имеет постоянную толщину и расположен под постоянным углом к горизонтальной поверхности. Бурение скважины под углом  $85^\circ$  к поверхности Земли дало значение длины керн нефтенасыщенного известняка, равное 12 м, а бурение соседней скважины под углом  $82^\circ$  показало значение того же показателя 12.6 м. Считая, что обе скважины и перпендикуляр к нефтенасыщенному слою лежат в одной плоскости, определите толщину слоя с точностью до 0.1 м.

8. Один из методов разведки полезных ископаемых связан с использованием упругих волн. На предполагаемое месторождение направляется кратковременный импульс упругой волны и регистрируются времена возврата импульсов, отраженных от верхней и нижней поверхностей залежи. Распространение такого направленного импульса, как следует из теории, аналогично распространению светового луча в прозрачной среде. В частности, справедливы те же законы отражения и преломления на границе раздела двух различных сред, причем отношение показателей преломления, как и в оптике, обратно отношению скоростей распространения импульса в этих средах.

Идеализируя реальную ситуацию, рассмотрим месторождение в виде плоского пласта постоянной толщины  $d$ , параллельного поверхности Земли и расположенного на глубине  $l$ . Если исходный импульс распространяется по вертикали, отраженный от верхней поверхности пласта импульс возвращается на поверхность Земли через  $t$  секунд с момента его испускания, а отраженный от нижней поверхности – через  $t + \Delta t$  секунд. Во сколько раз увеличится время запаздывания  $\Delta t$ , если направление исходного импульса образует угол  $\alpha$  с вертикалью? Залежь, как и слой над ней, считать однородными средами.

9. Произведено 4 измерения глубины нахождения точек отбора образцов пород относительно некоторого фиксированного уровня, для полученных значений  $x_1, x_2, x_3, x_4$  сумма их квадратов равна 6 (в относительных единицах измерения). Найдите максимальное значение для  $f$ , где  $f = \min |x_i - x_j|$ , минимум берется по всем парам номеров  $(i, j)$  таким, что  $1 \leq i \neq j \leq 4$ .

10. С помощью гравитационной разведки обнаружено месторождение железной руды. Максимальное значение ускорения свободного падения на поверхности земли вблизи месторождения равно  $g_m = 9,814 \text{ м/с}^2$ , а на расстоянии нескольких десятков километров от месторождения ускорение свободного падения равно  $g_0 = 9,810 \text{ м/с}^2$ . Пробное бурение показало, что руда залегает на глубине всего нескольких десятков метров от поверхности земли и имеет плотность

$\rho_1 = 5,2 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ . Плотность пород в окрестностях месторождения составляет  $\rho_0 = 1,7 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ . Принимая для оценки, что рудное тело имеет форму шара, оцените диаметр рудного тела. Считать гравитационную постоянную  $G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$ . Объем шара радиусом  $r$  равен  $V = \frac{4}{3} \pi r^3$ .

Зная ускорение свободного падения  $g_0$  на поверхности Земли, гравитационную постоянную  $G$  и радиус Земли  $R$ , определите массу Земли, а затем ее среднюю плотность  $\rho_{\text{ср}}$ . К чему ближе этот результат, к  $\rho_1$  или к  $\rho_0$ ? Что говорит современная геология по этому поводу? Ваш ответ на последний вопрос должен занять не более десяти строк.