МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В. ЛОМОНОСОВА

ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

К 300-летию со дня рождения М.В. Ломоносова - основателя Московского университета

М.Б. Копчиков, П.Ю. Степанов

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ «ЛОМОНОСОВ»
ГЕОЛОГИЯ

Учебное пособие

Москва
2012

http://geol.msu.ru/abit/lomgeol.htm
http://vk.com/lomonosov_geo

УДК 55
ББК 18.4
М54

Олимпиада школьников «Ломоносов». Геология. Учебное пособие.
// М.Б. Копчиков, П.Ю. Степанов — М.: МГУ имени М.В. Ломоносова, 2012. — 51 с.

В пособии изложена общая информация об особенностях олимпиады школьников «Ломоносов» по комплексу общеобразовательных предметов «геология». Приведены варианты олимпиадных заданий прошлых лет с ответами и подробными решениями. Дана полезная информация для подготовки и участию в олимпиаде, а также о геологическом факультете Московского университета.

Настоящее пособие адресовано школьникам 7–11 классов, абитуриентам, учителям географии, математики и физики.

Пособие будет полезно всем, кто интересуется геологическими науками и интеллектуальными соревнованиями для школьников.

ISBN 5-211-042264-6

ОТ АВТОРОВ

Дорогие друзья!

Учебное пособие, которые Вы открыли, создано на основе многолетнего опыта авторов в области проведения интеллектуальных соревнований для школьников. П.Ю. Степанов, кандидат физико-математических наук, заместитель декана геологического факультета по учебной работе, является организатором олимпиады школьников «Ломоносов» по геологии, заместителем председателя жюри олимпиады. М.Б. Копчиков, кандидат геолого-минералогических наук, заместитель проректора Московского университета, в настоящее время занимает должность ответственного секретаря центрального оргкомитета олимпиады школьников «Ломоносов».

Настоящее издание является развитием первого издания авторов (2011 год), значительно переработанным и дополненным. Необходимость дальнейшего продолжения работы в этом направлении вызвана несколькими причинами. Во-первых, в школьной программе отсутствует общеобразовательный предмет геология, однако, только в России ежегодно выпускается свыше тысячи специалистов в данной области, важнейшей для экономики нашей страны. Во-вторых, необходимость подобных изданий связана с тем, что с 2009 года на геологическом факультете Московского университета проводится олимпиада школьников «Ломоносов» по геологии, которая является комплексной, то есть ее задания основаны на нескольких общеобразовательных предметах, а именно, физике и математике, а также общей геологии (разделом физической географии).

На страницах данного издания читатель узнает общие сведения и историю олимпиады школьников «Ломоносов» (в том числе и по геологии), вкладе основателя Московского университета М.В. Ломоносова в зарождение и развитие геологических наук, регламенте проведения олимпиады в 2011/2012 учебном году, познакомится с воспоминаниями и рекомендациями участников олимпиады прошлых лет, а ныне студентов геологического факультета, общими сведениями о структуре геологического факультета, почерпнет для себя необходимую контактную информацию, а также познакомится с заданиями отборочного этапа нового 2011/2012 учебного года, списком литературы и других информационных источников, полезных для подготовки к олимпиаде.

Не менее важной частью пособия является полностью переработанные и дополненные решения заданий прошлых лет, приводимые нами с подробными обоснованиями и информативными иллюстрациями.

Авторы выражают благодарность за помощь в подготовке материалов пособия преподавателям МГУ: доценту механико-математического факультета А.В. Бегунцу, доценту факультета вычислительной математики и кибернетики

Д.В. Денисову, доценту физического факультета В.А. Грибову, доценту геологического факультета А.И. Тюрину, старшему преподавателю геологического факультета С.В. Филимонову.

Если структура и содержание учебного пособия помогут участнику правильно организовать работу над подготовкой к олимпиаде и в дальнейшем добиться хороших результатов, то авторы будут считать свою задачу выполненной.

Свои пожелания и замечания по улучшению структуры данного издания просим направлять на адрес электронной почты msu@kopchikov.ru или stepanov@geol.msu.ru.

Желаем Вам творческих успехов и новых побед!

М.В. ЛОМОНОСОВ – ОСНОВАТЕЛЬ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ НАУКИ В РОССИИ

19 (8) ноября 2011 года исполнилось 300 лет со дня рождения великого русского ученого-энциклопедиста Михаила Васильевича Ломоносова. Современники, рассказывая о Ломоносове, часто говорят о нем «первый». Он был первым крупным отечественным ученым, основоположником русской науки, привнесшим неоценимый вклад не только в отечественную, но и в мировую науку, был одним из первых русских академиков. А.С. Пушкин писал: «Ломоносов был великий человек. Он создал первый университет. Он, лучше сказать, сам был первым нашим университетом». Сегодня Московский университет, являющийся центром мировой и отечественной науки, флагманом российского образования, с гордостью несет имя великого ученого. В юбилейном для Московского университета 2011 году в третий раз стартовала олимпиада школьников «Ломоносов» по геологии, также носящая его имя.

Юные геологи, последователи М.В. Ломоносова, должны знать о его вкладе в геологическую науку, так как именно с его именем связано основание в России этой интересной и увлекательной науки.

По праву, науку о минералах можно назвать одной из самых древних в Европе. Несмотря на это, в России до Ломоносова о ней имелись лишь краткие отрывочные знания. После путешествия в Европу ученого, который в первую очередь отправился изучать минералогию и металлургию, появляются его фундаментальные работы по геологии: «Слово о рождении металлов от трясения Земли» (1757), «Первые основания металлургии или рудных дел» с двумя дополнениями: «О вольном движении воздуха, в рудниках примеченном» и «О слоях земных» (1763).

В своих трудах М.В. Ломоносов впервые сформулировал теоретические основы геологии[1], которые в настоящее время познаются в стенах Московского университета на геологическом факультете. Согласно его учениям, тектонические и вулканические процессы имеют одинаковое происхождение. Их истинная причина лежит в изменениях, происходящих за счет внутренней энергии Земли. Горы образуются из пластов, сформировавшихся в океане, так как в них обнаруживаются раковины разнообразных моллюсков. Эти пласты, первоначально имеющие естественное горизонтальное положение, затем поднимаются на различные высоты. М.В. Ломоносов считал, что именно континенты окружены морями, а не наоборот. Он последовательно проводил идею о закономерной эволюции природы и фактически применял метод, впоследствии получивший в геологии название актуализма[2], изучил причины и природные последствия сейсмических катастроф. М.В. Ломоносов впервые сделал попытку определить глубину очагов землетрясений, в результате его деятельности геологический словарь пополнился терминами «атмосфера», «горный хребет», «земная ось», «удельный вес» и другими. Он подготовил и опубликовал каталог минералов Кунсткамеры (г. Санкт-Петербург) Академии наук, который был опубликован в 1745 году и содержал описание более 3000 тысяч образцов рудных тел и минералов. Вот только малая часть достижений М.В. Ломоносова в геологии.

Заботясь о развитии своей страны, М.В. Ломоносов придавал большое значение металлургическому производству в России, в 1763 опубликовал руководство «Первые основания металлургии или рудных дел», в котором подробно рассмотрел как свойства различных металлов, так и применяемые на практике способы их получения. Впоследствии эта книга явилась энциклопедией горного дела и первым учебным руководством по всему циклу наук, связанных с горным делом и металлургией.

М.В.Ломоносовым впервые в книге «Первые основания металлургии или рудных дел» высказано предположение о возможности нахождения алмазов в «полуночных землях». Под этими «землями» ученый понимал суровые северные края, поморскую землю, свою родину – Архангельскую область (свое детство М.В. Ломоносов провел в деревне Мишанинской Куростровской волости Архангельской губернии). В 1980 году геологами Товской геолого-съёмочной партии в Архангельской области было открыто первое крупное месторождение алмазов, впоследствии получившее название «месторождение имени М.В. Ломоносова». А позднее, в 1996 году в ходе длительных поисковых работ

---

[1] Д.И. Гордеев. М.В. Ломоносов — основоположник геологической науки. М., 1961.

[2] Актуализм — сравнительно исторический метод в геологии, согласно которому, изучая современные геологические процессы, можно судить об аналогичных процессах далёкого прошлого.

вскрыто самое крупное месторождение алмазов в Европе – месторождение имени В. Гриба.

Об актуальности трудов М.В. Ломоносова в наше время свидетельствует план книги «О слоях земных», который практически в точности повторяет современные учебники по геологии. В первой части описывается форма и рельеф Земли, во второй – земные слои, какими их встречают в природе, в третьей – изменения, происходящие на земной поверхности вследствие действия ветра, воды, льда, в четвёртой – процессы, связанные с «трясением Земли». Выражение «трясение Земли» особенно интересно. Ученый вкладывает в это понятие не только смысл собственно землетрясений, но также длительных поднятий и опусканий земной поверхности, процессов горообразований[3]. А ведь с момента написания книги прошло уже более двух с половиной столетий!

В своей диссертационной работе «О рождении и природе селитры» М.В. Ломоносов изложил важные идеи о строении кристаллов и их природе. Он сформулировал закон о постоянстве углов кристаллических решеток для различных минералов. Этим он положил основы современной кристаллографии и кристаллохимии.

М.В. Ломоносов справедливо утверждал, что образование месторождений металлов связано с интенсивным движением Земли, при котором образуются трещины, а металлический расплав заполнят их, формируя рудоносные жилы. О гениальности его мыслей свидетельствуют строки о происхождении ряда неметаллических полезных ископаемых, по вопросам о некоторых из которых дискуссии не утихают и в настоящее время: «…*Второе место занимают подземные тучные материи, как шифер, горное уголье, асфальт, каменное масло и янтарь. О сих всех и им сродных явствует из следующих, что они растениям своё происхождение долженствуют. Ибо камень шифер не что иное есть, как чернозём, от согниения трав и листов рождённый, который в древние времена с плодоносных мест и из лесов смыт дождём, еси как ил на дно в озёрах. Потом, как они высохли или песком засыпаны стали, долговременною старостию ил затвердел в камень... Что ж до янтаря надлежит, то не можно довольно надивиться, что некоторые учёные люди, именем и заслугами великие, оный за сущий минерал признавали, не взирая толикое множество заключённых в нём мелких гадов, которые в лесах водятся, ниже на множество листов, что внутрь янтаря видны, которые все как бы живым голосом противятся оному мнению и подлинно объявляют, что к жидкой слюне, из деревьев истекшей, оны гады и листы некогда прильнули, после того же сверху залиты и заключены остались*»[4]. Эти строки характеризуют Ломоносова как геолога, который

[3] В.А. Перцов. «М.В. Ломоносов и его вклад в естествознание». «Урусвати» № 1, Н.-Й., 1931. Перевод на русский язык с сокращениями О.Г. Болдырева.

[4] В.И. Вернадский. Труды М.В. Ломоносова в минералогии и геологии // Труды по истории науки в России. М., 1988. С. 13—45.

наблюдает и говорит, что происхождение (образование) минералов отражается в самих минералах, причем минералы сами говорят нам об этом, нужно лишь внимательно наблюдать.

Сейчас, в эпоху бурного развития приборостроения и инновационных методов анализа вещества, сложно оценить те открытия и заслуги, которые мог бы совершить великий Ломоносов, имея возможность использования современных методов исследования минерального вещества, позволяющие в прямом смысле заглянуть в минералы на нано (микро) уровне. Именно у Вас, юных дарований, есть такая возможность преумножить достижения отечественного ученого в геологии — открыть новый минерал, установить научную закономерность о происхождении минералов и горных пород, усовершенствовать их систематику и все это связать с именем М.В. Ломоносова! Дерзайте!

ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ В РОССИИ

Согласно Большой советской энциклопедии понятие «олимпиада школьников» это соревнование учащихся на лучшее выполнение определенных заданий в какой-либо области знаний. В наши дни основными целями и задачами школьных олимпиад являются выявление и развитие у школьников творческих способностей и интереса к научно-исследовательской деятельности, создание необходимых условий для поддержки одаренных детей, привлечение талантливой молодежи к обучению в ведущих вузах России.

В своих ежегодных посланиях Федеральному Собранию Президент Российской Федерации ставит две важнейшие задачи, связанные с талантливой молодежью. Первая – завершить создание общенациональной системы поиска и поддержки талантливых детей. Возможность развивать свои способности уже с раннего возраста должны иметь все, вне зависимости от уровня доходов, социального положения родителей и места жительства семей. Вторая – воспитать поколение свободных, образованных, творчески мыслящих патриотов.

Забота о будущих поколениях – самые надежные, умные и благородные инвестиции – это стратегическое направление современной молодежной политики.

Одним из путей выполнения поставленных задач является развитие олимпиадного движения, которое зародилось в России ещё в XIX веке: «олимпиады для учащейся молодёжи» проводило Астрономическое общество Российской империи. С 1886 года проводились заочные конкурсы по решению нестандартных математических задач, а во времена СССР с 1934 года регулярно организовывались городские олимпиады для школьников по различным дисциплинам, не прекращавшиеся даже во времена Великой отечественной войны.

В настоящее время все школьные олимпиады можно разделить на четыре группы, выделение которых основано на предоставлении различных типов льгот, которые получают победители и призеры при поступление в вузы.

1. Международные олимпиады по общеобразовательным предметам школьников.
2. Всероссийская олимпиада школьников.
3. Олимпиады школьников.
4. Школьные олимпиады, не имеющие государственной поддержки.

Первые три группы олимпиад, имеют государственную поддержку и тем самым предоставляют абитуриентам различные льготы при поступлении в вузы. Последняя группа проводится без государственной поддержки, но эти олимпиады могут претендовать по результатам их проведения на включение в группы «Олимпиады школьников» и «Всероссийская олимпиада школьников».

В настоящем пособии подробно рассматривается олимпиада школьников «Ломоносов» по геологии, которая относится к категории «Олимпиады школьников» и с 2009 года включена в Перечень Министерства образования и науки Российской Федерации.

ОБ ОЛИМПИАДЕ ШКОЛЬНИКОВ «ЛОМОНОСОВ»

Традиция проведения ежегодных олимпиад школьников «Ломоносов» на основных факультетах МГУ имени М.В. Ломоносова берет свое начало с 2005 года, когда по согласованию с Министерством образования и науки Российской Федерации, Департаментом образования города Москвы и Советом ректоров Москвы и Московской области был дан старт олимпийскому движению. Она проходит под девизом *via scientiarum*, что в переводе с латыни означает «путь к знаниям», и является частью молодежного научного форума «Ломоносов».

С 2006 года, помимо выпускников, в олимпиаде получили возможность участвовать школьники 9–10 классов. Победители по математике, физике, химии и биологии приглашались на собеседование в Специализированный учебно-научный центр имени А.Н. Колмогорова (СУНЦ МГУ). Около 50 победителей олимпиады среди школьников 9–10 классов стали учащимися СУНЦ МГУ.

С 2007 года факультет журналистики совместно с «Российской газетой» и «Радио России» в рамках олимпиады «Ломоносов» проводит творческий конкурс «Стань журналистом», представляющий собой многоэтапную композицию, завершающим элементом которой является демонстрация навыков профессиональной пригодности – радиоинтервью.

С 2005 по 2008 гг. олимпиада школьников «Ломоносов» проводилась по факультетам, а с 2009 года олимпиада стала проходить по общеобразовательным предметам (комплексам предметов).

В 2009 году было проведено 20 олимпиад по предметам (комплексам предметов), 12 – из Перечня, утвержденного Министерством образования и науки Российской Федерации (литература, иностранные языки, математика, физика, химия, биология, история, география, экономика, психология, обществознание, журналистика) и 8 пробных, претендующих на включение в Перечень (русский язык, механика, информатика, право, международные отношения и глобалистика, философия, политология, регионоведение). По итогам 2009 года 5 пробных олимпиад были включены в Перечень. В олимпиаде «Ломоносов» в 2009 году приняли участие 14466 школьников из 67 субъектов Российской Федерации, около полутора тысяч из них стали студентами МГУ.

В 2010 году олимпиада проводилась по 21 предмету (комплексу предметов), 18 – из Перечня олимпиад школьников, утверждённого Министерством образования и науки Российской Федерации: русский язык, литература, иностранные языки, математика, физика, химия, биология, история, география, экономика, психология (биология, математика, обществознание), обществознание, механика (физика, математика), информатика, право, геология (математика, физика, география), журналистика, международные отношения и глобалистика (история, обществознание) и 3 пробные олимпиады – по философии, политологии и регионоведению, претендующие на включение в Перечень в 2010/2011 учебном году.

В 2010 году число участников олимпиады школьников «Ломоносов» существенно возросло: в ней приняли участие около 25 тысяч школьников (9–11 классы) из 81 субъекта Российской Федерации. С целью обеспечения равной доступности к участию в олимпийском движении школьников из разных регионов нашей страны и с целью популяризации Московского университета Оргкомитет принял решение организовать региональные площадки олимпиады в ряде субъектов РФ, а также странах СНГ. Было создано 10 площадок по истории (в Алтайском, Волгоградском, Мордовском, Ставропольском, Тюменском, Поморском, Дальневосточном, Удмуртском, Южно-Уральском, Томском государственных университетах), 2 площадки по биологии (в Томском и Алтайском государственных университетах), одна – по математике (в Томском государственном университете), одна – по механике (в Санкт-Петербургском политехническом университете), одна – по международным отношениям и глобалистике (в Кабардино-Балкарском государственном университете), одна – по физике (в Объединенном институте ядерных исследований в Дубне) – всего 13 площадок. Олимпиада по психологии была проведена совместно с Санкт-Петербургским государственным университетом.

По результатам олимпиады школьников «Ломоносов» в 2010 году 34 победителя по различным предметам (комплексам предметов) награждены премией из Фонда поддержки талантливой молодежи Министерства образования и науки Российской Федерации. В 2009 году эту премию получили 25 человек.

В 2010/2011 учебном году олимпиада проводилась по 19 предметам (комплексам предметов), 18 – из Перечня олимпиад школьников, утвержденного Министерством образования и науки Российской Федерации: русский язык, литература, иностранные языки, математика, физика, химия, биология, история, география, философии, психология (биология, математика, обществознание), обществознание, механика (физика, математика), информатика, право, геология (математика, физика), журналистика, международные отношения и глобалистика (история, обществознание) и одна пробная – по политологии.

В 2010/2011 учебном году в олимпиаде школьников «Ломоносов» приняли участие 32229 школьников. По сравнению с показателями 2008–2009 гг. и 2009–2010 гг. число участников увеличилось на 30% и 60% соответственно. Олимпиада прошла на 18 региональных площадках. Было создано 6 площадок по истории (в Алтайском, Белгородском, Волгоградском, Мордовском, Ставропольском, Кабардино-Балкарском государственных университетах), 4 – по математике (в Санкт-Петербургском, Кемеровском, Башкирском государственных университетах, в Казахстанском филиале МГУ имени М.В. Ломоносова); 2 площадки по химии (Кемеровском и Башкирском государственных университетах), две – по механике (в Санкт-Петербургском политехническом университете и в г. Таганроге, одна – по международным отношениям и глобалистике (в Кабардино-Балкарском государственном университете), региональная площадка по биологии, географии и физике была организована в Кемеровском государственном университете. Комплексная олимпиада по психологии была проведена совместно с Санкт-Петербургским государственным университетом, Высшей школой экономики и Южным федеральным государственным университетом.

Наиболее представительными по числу участников стали олимпиады по иностранным языкам (5474 человека), математике (4261 человека), психологии (3689 человек), истории (3537 человек), русскому языку (3050 человек), биологии (1603 человека) и физике (1419 человек). Необходимо также отметить, что всего в олимпиаде школьников «Ломоносов» приняло участие 15892 иногородних участников из всех 83 субъектов РФ, что составляет более 50% от общего количества участников, при этом половина из них приходится на отдаленные субъекты РФ. Согласно статистическим данным, в 2010/2011 учебном году в олимпиаде приняли участие 2290 ребят из сельской местности, 274 школьников с ограниченными возможностями здоровья, 168 детей-сирот и 687 школьников из стран СНГ и других государств.

Согласно Перечню олимпиад школьников на 2011/2012 учебный год, олимпиада «Ломоносов» будет проводиться по 19 предметам (комплексам предметов), среди которых биология, география, геология (математика, физика), журналистика (литература, иностранные языки), иностранные языки (английский, немецкий, французский, испанский), информатика, история, литература, математика, международные отношения и глобалистика (история, обществознание), механика (математика, физика), обществознание, политология, право (обществознание), психология (биология), русский язык, физика, философия (обществознание), химия. По сравнению с прошлым 2010/2011 годом список предметов (комплексов предметов) в Перечне остался прежним, но к ним добавилась новая олимпиада по политологии (профиль – история). Две новые пробные олимпиады – по истории российской государственности (профиль – история) и экологии (биология, география), по результатам их проведения они могут быть включены в Перечень олимпиад школьников в 2012/2013 году.

Олимпиада по истории российской государственности организована во исполнение Поручения Президента Российской Федерации от 29 июля 2011 года № Пр-2177 и будет проведена под эгидой олимпиады школьников «Ломоносов» совместно с 11 федеральными высшими учебными заведениями из разных регионов нашей страны.

Как успел заметить читатель, особенностью олимпиады школьников «Ломоносов» является ее проведение не только по отдельным общеобразовательным предметам, но и по различным комплексам общеобразовательных предметов.

Эта особенность связана сразу с рядом важных вопросов. Как быть с выявлением школьников, профессионально ориентированных на междисциплинарные направления подготовки? На основе какого набора олимпиад делать осознанный выбор? И где гарантия, что найдется хоть какое-то значимое число школьников, которые являются победителями или призерами нескольких олимпиад совершенно различного профиля, и все они имеют стойкое желание связать свою жизнь, например, с геологией? Эти вопросы во многом способствовали появлению идеи проведения так называемых «комплексных» олимпиад – олимпиад по комплексу общеобразовательных предметов, набор которых наилучшим образом отвечает тому или иному междисциплинарному разделу знаний.

Безусловно, комплексные олимпиады позволяют школьникам точнее выбрать будущую профессию, оказывают содействие им в профессиональной ориентации, способствуют развитию у них интереса к междисциплинарным наукам, таким как геология, психология, журналистика, механика, международные отношения, политология, экология и другие.

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ «ЛОМОНОСОВ» ПО КОМПЛЕКСУ ПРЕДМЕТОВ «ГЕОЛОГИЯ»

Особенности олимпиады. Почему математика и физика?

Олимпиада школьников «Ломоносов» по комплексу общеобразовательных предметов «Геология» проводится с 2009 года геологическим факультетом Московского университета.

Главная ее цель – повышение интереса у учащихся общеобразовательных учреждений к изучению геологических наук, популяризация геологии как науки и ее прикладного значения в средней школе, а также привлечение выпускников старших классов в число студентов геологического факультета МГУ.

Особенностью олимпиады школьников «Ломоносов» по геологии является ее комплексный характер: с одной стороны, олимпиада сочетает задания сразу по нескольким общеобразовательным предметам, объединенным общей междисциплинарной проблематикой и тесно связанным с геологическими науками, с другой стороны, олимпиадные задания составляются в строгом соответствии с основными образовательными программами по общеобразовательным предметам, входящим в комплекс «геология» федерального компонента государственного образовательного стандарта среднего (полного) общего образования.

На пути проведения комплексных олимпиад стоит много не решенных пока задач, и для каждого направления подготовки существуют свои алгоритмы их решения. Прежде всего, необходимо обосновать оптимальный состав общеобразовательных предметов, входящих в олимпиадный комплекс, затем – на практических примерах доказать его эффективность, обосновать количество и степень сложности олимпиадных задач по различным предметам и многое другое. Материалы, приведенные на последующих страницах, отвечают на вопросы, касающиеся проведения олимпиады по комплексу общеобразовательных предметов, объединенных под названием «Геология».

В 2009/2010 учебном году олимпиада школьников «Ломоносов» по геологии объединяла общеобразовательные предметы: «география», «математика» и «физика», но уже в 2010/2011 учебном году олимпиада проводилась по общеобразовательным предметам «математика» и «физика», соответствующим профилю олимпиады, и это было сделано, исходя из опыта, накопленного организаторами.

Желающими стать геологами школьники были всегда. Непосредственно на геологическом факультете МГУ с середины прошлого века работает геологическая школа, в которой занимаются школьники, начиная с 7-го класса. Ежегодно геологическую школу заканчивают несколько десятков школьников. Филиалы геологических кружков существуют и в нескольких московских школах.

Геологические школы работают и во многих городах России. Помимо геологических дисциплин при школах работают подготовительные курсы по математике и другим общеобразовательным предметам.

К сожалению, геология как предмет не входит в школьную программу. Зато в нее входит такой предмет, как география. Школьный курс географии (точнее, его раздел «физическая география») содержит все необходимые начальные сведения о строении Земли и большинстве геологических процессов. Более правильно было бы называть школьную географию «комплекс наук о Земле», но название это трудно произносимо, да и «удельный вес» чисто географических разделов в этом «комплексе наук» несравнимо больше, чем геологических. Тем не менее, современный школьник, даже не посещающий геологический кружок, имеет знания по общей геологии в объеме, достаточном для понимания условий олимпиадного задания.

А какие общеобразовательные предметы являются профильными для желающих получить профессию геолога?

Обязательной фундаментальной дисциплиной для освоения любой профессии естественнонаучного цикла является математика. Логика, системное мышление, умение формулировать и решать задачи из самых различных сфер человеческой деятельности на едином универсальном языке – всем этим критериям удовлетворяет математика. Поэтому второй составляющей комплексной олимпиады по геологии является математика.

Помимо основ геологии и математики, будущему геологу необходимо хорошее владение физикой, поскольку в современной геологии значительная доля информации содержится в количественных соотношениях, а среди естественных наук наиболее глубоко и объемно количественные соотношения представлены именно в физике. Владение физическими методами, в первую очередь, означает умение оценивать ситуацию, создавать для ее описания модели, оценивать применимость этих моделей и допустимость использования тех или иных закономерностей. В целом, это означает умение критически относиться к действительности и действовать в новой, непривычной обстановке. Необходимость такого набора навыков характерна для физики в гораздо большей мере, чем для многих других наук, а поскольку эти навыки жизненно важны и для геолога, то обучаемость в области физики играет большую роль при выборе и геологической профессии. И проверять эту обучаемость через уровень подготовки по физике при выявлении среди множества учащихся будущих геологов столь же необходимо, сколь и уровень знаний по математике и основам геологии. К этому остается добавить, что современная геология пронизана физическими методами исследования, широко использует физические закономерности и сложное электронное оборудование.

Итак, будущим геологам важно знать физику как предмет, неотъемлемый от геологии. Приведем несколько примеров: 1) программа обучения геологов-геофизиков сочетает изучение общей физики, так и физики твердого тела, а также электромагнитных полей земли и др.; 2) для студентов общего геологического профиля без знаний теплофизики невозможно изучить закономерности формирования месторождений алмазов, золота, платины и других полезных ископаемых; 3) в областях развития многолетнемерзлых пород без владения основами физики нельзя прогнозировать изменение температурных полей при строительстве различного рода инженерно-геологических объектов, поскольку при качественном переходе мерзлых пород в талые неминуемы разрушения этих объектов; 4) без основ общей физики невозможно полноценно исследовать глобальные геологические процессы, движение литосферных плит и др.

Именно поэтому за основы комплекса были взяты общеобразовательные предметы «математика» и «физика».

Статистика олимпиады в цифрах и фактах

Несмотря на свою сравнительно недолгую историю, олимпиада школьников «Ломоносов» по геологии доказывает свою эффективность в деле поиска и выявления юных талантов.

В 2009/2010 учебном году в ней приняли участие 427 школьников из 27 субъектов РФ, из них 11 из сельской местности. 80 участников олимпиады, представляющие 34 различных населенных пунктов из 12 субъектов РФ, в том числе трое ребят из сельской местности, стали победителями и призерами (дипломантами) олимпиады.

По решению Центральной приемной комиссии МГУ победителям олимпиады предоставлялось 100 баллов за дополнительное вступительное испытание по математике, а призеры получили 100 баллов по ЕГЭ по математике. В итоге, из 80 дипломантов, 78 были зачислены на геологического факультет Московского университета. Трое лучших победителей Алексей Алексеевич Остапенко (Тульская область), Анастасия Сергеевна Рослякова (Республика Саха/Якутия) и Дмитрий Сергеевич Шилов (Свердловская область) стали лауреатами премии поддержки талантливой молодежи РФ.

В 2010/2011 учебном году олимпиада включала два этапа – отборочный и заключительный. В ней приняли участие 677 школьников из 60 субъектов РФ, из них 46 из сельской местности. Отрадно отметить количество участников не выпускных классов – 439 участников, в том числе из 7 класса – 68, из 8 класса – 133, из 9 класса – 122 и из 10 класса – 116. Такие количественные показатели в значительной степени отражают повышение интереса школьников к олимпиаде по геологии.

В результате проведения отборочного этапа было выявлено 159 призеров и 62 победителя, впоследствии приглашенные к участию в заключительном этапе олимпиады.

В заключительно этапе приняли участие 218 человек из 18 субъектов РФ, в том числе 9 из сельской местности, двое сирот и 1 участник из стран СНГ. В итоге, призерами олимпиады стали 50 школьников из 9 субъектов РФ, в том числе 1 из сельской местности и 8 из 10 класса. Победителей олимпиады оказалось 20 человек из 8 субъектов РФ, в том числе 4 из сельской местности. Всего дипломантами стали 70 человек.

Традиционно всем участникам заключительного этапа олимпиады вручаются памятные сертификаты участника. Победители и призеры олимпиады награждаются дипломами Российского совета олимпиад школьников.

По решению Центральной приемной комиссии МГУ победителям и призерам в 2011 году была предоставлена одинаковая льгота – одновременно 100 баллов по дополнительному вступительному испытанию по математике и 100 баллов по ЕГЭ по физике, то есть победитель или призер с дипломом олимпиады по геологии получал 200 баллов, а проходной балл на геологический факультет в 2011 году составил 225 баллов. Из 62 номинантов-выпускников 55 стали студентами геологического факультета. Абсолютный победитель олимпиады Михаил Олегович Захаров стал лауреатом премии поддержки талантливой молодежи РФ.

Как показывает практика, студенты-олимпиадники составляют лучший костяк курса и являются гордостью факультета. Их мотивация, стремление к победе прямо отражается на высоких достижениях в учебе!

III олимпиада школьников по геологии. 2011/2012 учебный год

Олимпиада школьников «Ломоносов» по геологии в 2011/2012 учебном году, проводится в два обязательных этапа – отборочный (заочный) и заключительный (очный).

Отборочный (заочный) этап проводится в заочной форме с применением дистанционных образовательных технологий в период с 15 ноября 2011 года по 24 января 2012 года включительно. Школьники, успешно выполнившие задания отборочного этапа, приглашаются к участию в заключительном (очном) этапе олимпиады.

Задания отборочного этапа (опубликованные и в настоящем пособии), требования к оформлению решений и результаты отборочного этапа размещаются на официальном портале олимпиады школьников «Ломоносов», который расположен в сети Интернет по адресу: www.lomonosov.msu.ru а также на сайте геологического факультета МГУ www.geol.msu.ru.

Для участия в отборочном этапе необходимо лично пройти регистрацию на портале олимпиады, следую размещенным на портале подробным инструкциям.

Заключительный (очный) этап пройдет в МГУ имени М.В. Ломоносова, на геологическом факультете **10 марта 2012 года (суббота)**, начало олимпиады в 15:00 по московскому времени.

К участию в заключительном (очном) этапе олимпиады школьников «Ломоносов» допускаются **победители и призеры** отборочного (заочного) этапа олимпиады 2011/2012 года, а также победители или призеры олимпиады школьников «Ломоносов» 2010/2011 года по геологии, которые продолжают освоение общеобразовательных программ среднего (полного) общего образования (список призеров и победителей размещен на портале олимпиады).

Инструкция участника отборочного этапа

Чтобы стать участником олимпиады, необходимо лично зарегистрироваться на портале олимпиады школьников «Ломоносов» по адресу: www.lomonosov.msu.ru.

Участник олимпиады школьников «Ломоносов» направляет решения заданий в оргкомитет через портал олимпиады, следуя размещенным там подробным инструкциям, до 23 часов 59 минут 24 января 2012 года включительно (по московскому времени). Работы, направленные в оргкомитет иными способами, проверяться не будут.

Участник по каждому предмету может направить только одну работу.

Информация о получении работ оргкомитетом размещается на портале олимпиады школьников «Ломоносов» в личном кабинете участника.

Результаты отборочного этапа будут опубликованы на портале олимпиады школьников «Ломоносов». Работы участников отборочного этапа не рецензируются и не возвращаются.

Требования к оформлению работы

1. На листах ответов запрещается указывать фамилию, имя, отчество участника.
2. Нумерация решений и ответов должна соответствовать нумерации олимпиадных заданий.
3. В листы ответов условия заданий переписывать не надо (если это не предусмотрено заданием).
4. Рукописные части работы (при их наличии), в том числе чертежи и рисунки, следует выполнять разборчиво гелевой ручкой синего или черного цвета.

Отправлять решения заданий можно только в формате PDF. Решения по каждому предмету отправляются одним файлом из личного кабинета участника на портале олимпиады школьников «Ломоносов». Для перевода/конвертации

Ваших решений в формат PDF, воспользуйтесь бесплатной программой *PDFCreator*, которую можно загрузить по ссылке: www.pdfcreator.ru.

Задание отборочного этапа 2011/2012 учебного года

Олимпиадные задания рассчитаны на возрастную категорию школьников с 7 по 11 классы.

Задания №№ 1 и 2 ориентированы на учащихся 7-9-х классов. Школьная программа учащихся 10-11-х классов позволяет выполнить все задания, однако для того, чтобы стать призером отборочного этапа, не обязательно присылать правильные решения всех заданий. Решайте столько заданий, сколько сможете.

Жюри олимпиады при оценке работы будет учитывать обоснование, правильность и полноту решений каждого задания.

Желаем успехов!

1. При проведении геологической съемки в степном районе необходимо отобрать образцы горных пород в пунктах *A, M, B, N, C* (условные названия пунктов исследования). Отряд геологов вышел из базового лагеря (пункт *A*) в пункт *B* по прямой дороге, при этом преодолев 16 км, и далее так же по другой прямой дороге дошел до конечной точки маршрута (пункта *C*). Промежуточные пункты отбора образцов *M* и *N* находятся на участках *AB* и *BC* соответственно, при этом $AM = \frac{2}{3}AB$, $BN = \frac{2}{3}BC$. Участок пути от *A* до *B* виден из точки *C* под углом $\frac{5}{6}\pi$, а участок *BM* виден из точки N под углом $\frac{5}{12}\pi$. Чему равны расстояния от *A* до *C* и от *B* до *C*?

2. При мощных землетрясениях поверхностная сейсмическая волна от подземного толчка может, постепенно затухая, несколько раз обогнуть земной шар. Сейсмограф на сейсмической станции в момент t_1 = 11 ч 15 м 35 с по местному времени зарегистрировал возмущение от сильного подземного толчка, в момент t_2 = 13 ч 16 м 51 с – второе, более слабое возмущение, а в момент t_3 = 14 ч 27 м 04 с – третье, еще более слабое возмущение от того же толчка. Считая, что сейсмическая волна распространяется вдоль поверхности Земли по всем направлениям с одинаковой скоростью, найдите величину этой скорости, а также расстояние вдоль поверхности Земли от эпицентра землетрясения до сейсмической станции. Считать Землю шаром радиусом R = 6400 км.

3. Результаты измерений величины объема газа (в млн. куб.м.) записываются путем округления до ближайшего целого значения. При каких

значениях объема возникающая абсолютная ошибка измерения не будет превосходить 2012–ю часть самого значения?

4. В небольшое горное озеро, расположенное в кратере вулкана, через разлом на дне начинает поступать раскаленная жидкая лава. Озеро занимает площадь $S = 5000$ м^2, его средняя глубина $h = 2$ м, первоначальная температура воды в озере $t_1 = 30$°C. Оцените минимальный объем лавы, который потребуется, чтобы озеро выкипело целиком.

При решении считайте, что температура поступающей лавы $t_2 = 1200$°C, температура затвердевания лавы $t_3 = 1100$°C, ее удельная теплоемкость как в жидком, так и в твердом состоянии $c_1 = 840$ Дж/(кг·К), удельная теплота плавления лавы $\lambda = 350$ кДж/кг, плотность жидкой лавы $\rho_1 = 2700$ кг/м^3.

Удельная теплоемкость воды $c_2 = 4{,}2$ кДж/(кг·К), удельная теплота парообразования воды $r = 2300$ кДж/кг, температура ее кипения при нормальном давлении $t_4 = 100$°C, плотность воды $\rho_2 = 1000$ кг/м^3.

Оцените, как изменится результат, если объем воды будет тот же, но глубина озера будет в 10 раз больше.

5. Кристалл искаженного перовскита имеет форму правильной четырехугольной пирамиды *SABCD*. В шлифовальной мастерской данный кристалл был разрезан на две равные по объему части (плоский срез проходит через сторону основания *CD*). В каком отношении срез делит боковую сторону *SA*?

6. Исследование магнитного поля в некоторой точке поверхности Земли над залежью железной руды проводится при помощи проводящей рамки площадью S, вращающейся с постоянной угловой скоростью ω вокруг оси, лежащей в плоскости рамки. Измеряя амплитуду ЭДС индукции при различных ориентациях оси рамки, нашли ее максимальное значение E_{max}. При этом нашлась ориентация оси рамки, при которой ЭДС индукции в рамке вообще не возникала. При этой ориентации ось рамки составляла острый угол φ с направлением магнитного поля Земли $B_З$ (под $B_З$ подразумевается магнитная индукция нормального поля Земли, т.е. в отсутствие залежи.) Найдите величину магнитной индукции поля, создаваемого залежью.

Однозначно ли решение задачи? Как при помощи компаса выбрать верное решение?

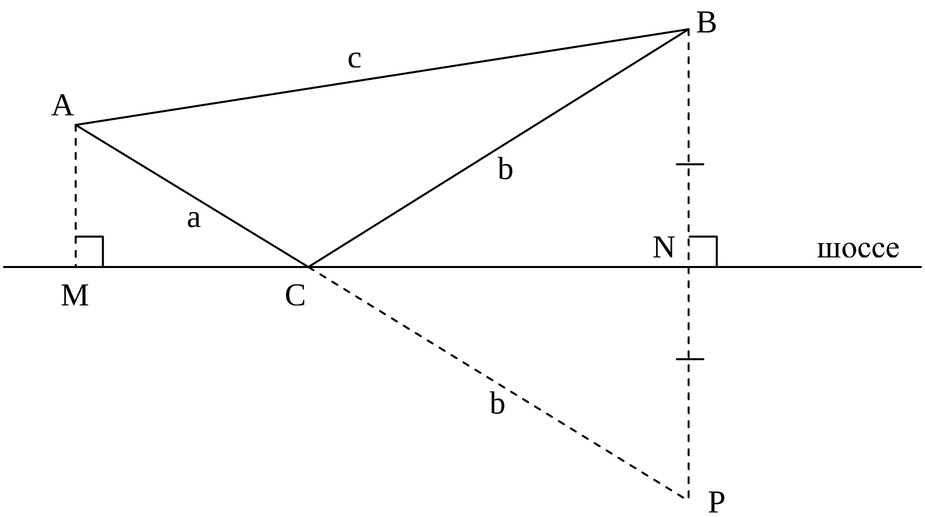
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ОЛИМПИАДЕ

Примеры и решения олимпиадных заданий прошлых лет

Отборочный этап 2010/2011 учебного года

Задача №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 удалены от него на расстояния a и b соответственно, а расстояние между лагерями равно c. Чему равно минимально возможное расстояние, пройденное вездеходом на пути от A к B?



Решение

Здесь мы имеем дело с ситуационной задачей, связанной с исследованием свойств геологического маршрута. В таких задачах требуется творчески переформулировать задачу исследования маршрута в виде геометрической задачи. Другими словами, для правильной постановки этой задачи как математической задачи требуется построение и сравнение длин возможных маршрутов, каждый из которых состоит из двух отрезков: AC и BC, где точка C лежит на шоссе, A и B – заданные точки.

Пусть точки M и N – проекции точек A и B соответственно на линию шоссе. Ключевым моментом решения данной задачи является построение такой точки P, которая расположена на продолжении отрезка BN за точку N, при этом длина отрезка PN равна b. Здесь школьник должен заметить, что если C – произвольная точка на шоссе, то путь от A до B равен длине ломаной ACB, при этом длина ломаной ACB равна длине ломаной ACP. При этом участник применяет геометрическое свойство равнобедренных треугольников: так как в треугольнике CBP отрезок CN является высотой и медианой одновременно, то треугольник CBP является равнобедренным. При этом длина ломаной ACP минимальна тогда и только тогда, когда ACP – отрезок прямой, т.е. AP.

Таким образом, на данном этапе решения задачи мы определили положение точки C в маршруте ABC минимальной длины. Это точка пересечения линии шоссе, т.е. MN и отрезка AP. Осталось теперь найти длину этого минимального маршрута.

Для нахождения длины отрезка AP рассмотрим прямоугольный треугольник APQ, где Q – проекция точки P на прямую AM. Тогда длина катета AQ треугольника APQ равна $a+b$, длина катета PQ, равная длине отрезка MN, по теореме Пифагора равна $\sqrt{c^2-(a-b)^2}$. Также по теореме Пифагора длина гипотенузы AP равна $\sqrt{c^2-(a-b)^2+(a+b)^2} = \sqrt{c^2+4ab}$. Таким образом, для второго этапа потребовалось грамотное применение теоремы Пифагора. При этом для вычисления длины отрезка AP потребовались дополнительные построения прямоугольного треугольника APQ, в котором искомый отрезок AP является гипотенузой.

Ответ: $\sqrt{c^2+4ab}$.

Задача №2

Сплошной кусок породы состоит из фрагментов, представляющих собой N различных минералов, каждый из которых имеет свою плотность ρ_i и занимает свой объем V_i. Найдите среднюю плотность породы.

Решение

Пусть каждый i-й минерал имеет плотность ρ_i и объем V_i, $i=1,\ldots,N$. Тогда масса i-го минерала в образце равна $m_i=\rho_i v_i$. Объем образца V равен сумме объемов всех минералов, а масса образца M – сумме масс всех минералов. Следовательно, средняя плотность образца ρ_{cp} может быть выражена отношением

$$\rho_{cp}=\frac{\rho_1 V_1+\ldots+\rho_N V_N}{V_1+\ldots+V_N}=\frac{\sum_{i=1}^{N}\rho_i v_i}{\sum_{i=1}^{N}V_i}.$$

Ответ: $\rho_{cp}=\frac{\sum_{i=1}^{N}\rho_i v_i}{\sum_{i=1}^{N}V_i}$.

Задача №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.*

Решение

Предположим, что для проведения зачета группе выделено целое число часов, равное m, причем из условия задачи следует, что $m>1$. Тогда если студенческая группа состоит из $n>1$ человек, то зачет будет длиться $1+\frac{1}{2}+\frac{1}{3}+\ldots+\frac{1}{n}$ часов. Простоев не будет, только в случае если последняя сумма равна m, то есть справедливо равенство

$$1+\frac{1}{2}+\frac{1}{3}+\ldots+\frac{1}{n}=m. \qquad (1)$$

Пусть 2^k – наибольшая степень двойки, не превосходящая n ($k\in\mathbf{N}$). Тогда $q=\text{НОД}\,(2,3,4,\ldots,n)=2^k\cdot a\cdot b\cdot c\cdot\ldots\cdot d$, где натуральные числа $a,b,c,\ldots,d$ нечетны. Умножая равенство (1) на q, получим, что в полученной сумме в левой части все слагаемые будут нечетными, кроме слагаемого $a\cdot b\cdot c\ldots\cdot d$, а в правой части произведение $q(m-1)$ является четным. Но поскольку нечетное число не может совпадать с четным, получаем противоречие. Итак, таких пар натуральных чисел m, n не существует, поэтому простои будут в любом случае.

В данной задаче от участника олимпиады требовалось владение понятием делимости целых чисел и умение проводить элементарные математические доказательства.

Ответ: простои будут при любой продолжительности зачета и любом количестве студентов в группе.

Задача №4

Подземное хранилище объемом V = 300 м^3 *служит для хранения природных горючих газов. Какую массу пропана* C_3H_8 *можно дополнительно поместить в хранилище при температуре* t = 15°C, *если изначально в нем находился метан* CH_4 *при атмосферном давлении* p_0 = 0,1 МПа, *а конечное значение давления газа в хранилище после помещения в него пропана составляет* p = 16 p_0? *Известно, что при температуре* t = 15°C *давление насыщенных паров пропана* $p_н$ = 0,9 МПа, *плотность жидкого пропана* ρ = 510 кг/м^3. *Критическая температура метана существенно ниже температуры хранилища. Массой газообразного пропана пренебрегаем, ввиду ее малости.*

Решение

После закачки пропана в подземное хранилище газы займут весь его объем следующим образом: внизу будет находиться жидкий пропан, а над ним – смесь метана и пропана.

Метан, занимавший весь объем газохранилища до закачки, будет сжиматься изотермически. Такой процесс для неизменной массы идеального газа описывается законом Бойля–Мариотта, согласно которому $p_0V = p_1V_1$.

Над жидким пропаном объем V_1 занимается смесью пропана и метана. Эти два газа и определяют конечное давление газов в хранилище.

Согласно закону Дальтона: $\rho_1 + p_{пропана} = 16p_0$, т.к. $p_{пропана} = p_н = const$.

Давление насыщенных паров пропана над поверхностью жидкого пропана при любом объеме газа равно $p_н = 9p_0$, поэтому давление $16p_0$ в конце процесса заполнения хранилища достигается за счет давления метана, равного $p_1=7p_0$. Значит, объем жидкости составляет $\frac{6}{7}V$, а объем газа $\frac{1}{7}V$.

Поэтому масса пропана в хранилище равна $\rho \cdot \frac{6}{7}V + \frac{\mu}{RT} \cdot 9p_0 \cdot \frac{1}{7}V = 132$ тонны.

Ответ: 132 тонны.

Задача №5

Обработка образца кислотным раствором в геохимической лаборатории проводится в несколько этапов, на каждом из которых концентрация раствора должна увеличиваться. Исходно 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. Выразите значение концентрации a через k.

Решение

Пусть V – объем раствора. После первой операции концентрация раствора станет равна $k_1 = \frac{0,7kV + 0,3aV}{V} = 0,7k + 0,3a$, после второй операции концентрация раствора будет равна $k_2 = \frac{0,7k_1V + 0,3aV}{V} = 0,7k_1 + 0,3a = (0,7)^2k + 0,3a(1+0,7)$, после третьей – $k_3 = (0,7)^3k + 0,3a(1+0,7+0,7^2)$, после четвертой –

$$k_4 = (0,7)^4k + 0,3a(1+0,7+0,7^2+0,7^3)$$

и, наконец, после пятой операции концентрация станет равна

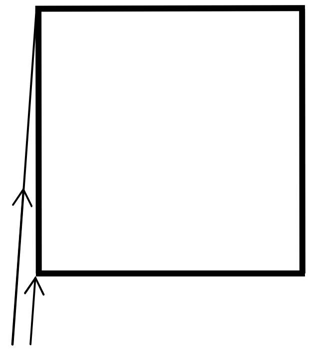
$$k_5 = (0,7)^5 k + 0,3a(1 + 0,7 + (0,7)^2 + ... + (0,7)^4) = 0,3a\frac{1-(0,7)^5}{1-0,7} + (0,7)^5 k = 2k.$$

Из последнего равенства находим $a = \dfrac{2-(0,7)^5}{1-(0,7)^5}k \approx 2,2k$.

Как видно, для решении данной задачи достаточно уметь правильно выполнять алгебраические преобразования при переходе от исходной концентрации раствора к следующей (после добавления кислоты в раствор) и владеть понятием геометрической прогрессии.

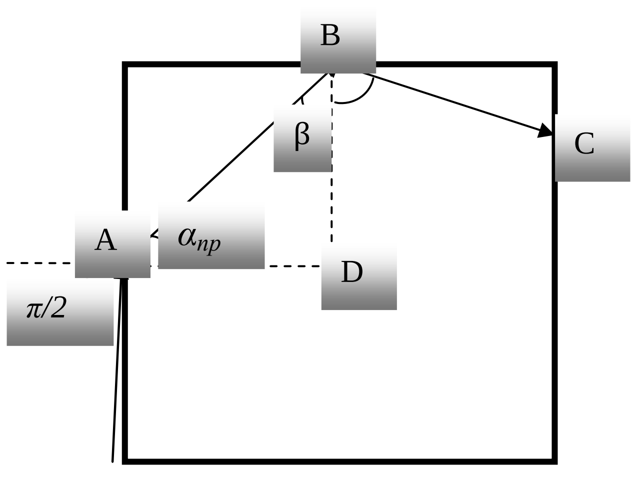
Ответ: $a = \dfrac{2-(0,7)^5}{1-(0,7)^5}k \approx 2,2k$.

Задача №6



Из прозрачного кристалла с неизвестным показателем преломления вырезан образец в форме куба. Вся левая грань куба освещена пучком параллельных световых лучей, которые падают на нее под ничтожно малым углом перпендикулярно ее горизонтальным сторонам. 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 обоснуйте. Пользуясь справочной литературой, приведите примеры кристаллов, удовлетворяющих условию задачи.

Решение



Показатель преломления вещества — величина, равная отношению скоростей света в вакууме (в нашем случае – в воздухе) и в данной среде (т. е. в кристалле): $n = \frac{c}{v}$, где c – скорость света в вакууме, v – скорость света в кристалле.

Луч, упавший на кристалл практически по касательной (т. е. почти под углом к нормали к левой грани), будет распространяться в кристалле под предельным углом полного внутреннего отражения $\alpha_{пр} = \arcsin\frac{1}{n}$ относительно нормали к левой грани; это следует из закона отражения-преломления:

$$\frac{\sin \pi/2}{\sin \alpha_{пр}} = \frac{c}{v} = n.$$

Чтобы этот луч, упав на верхнюю грань, не преломился, а испытал полное внутреннее отражение, угол $\beta = \frac{\pi}{2} - \alpha_{пр}$ его падения на верхнюю грань (см. ΔABD) должен быть больше $\alpha_{пр}$. Отсюда получаем, что $\alpha_{пр} = \arcsin\frac{1}{n} < \frac{\pi}{4}$, поэтому $n > \sqrt{2} \approx 1{,}4$.

Ответ: $n \geq \sqrt{2} \approx 1{,}4$. Примеры минералов, для которых выполняется условие $n \geq 1{,}4$: алмаз (n=2,41), кварц (n=1,54), топаз(n=1,63), флюорит(n=1,43), галит (n=1,54), корунд (n=1,76), шпинель(n=1,73).

Алмаз

Топаз

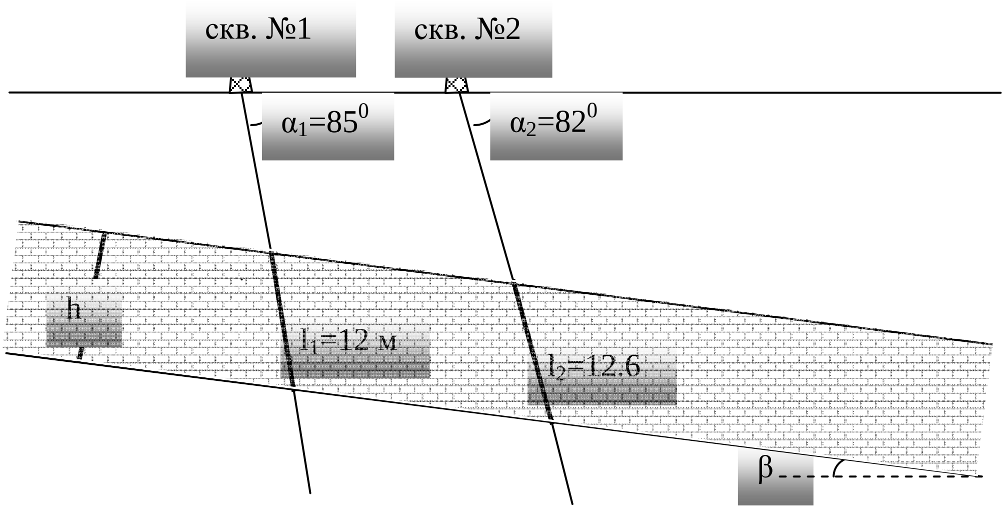
Кварц (друза кристаллов)

Галит (соль)

Шпинель

Задача №7

Нефтенасыщенный слой имеет постоянную толщину и расположен под постоянным углом к горизонтальной поверхности. Бурение скважины под углом 85° *к поверхности Земли дало значение длины керна нефтенасыщенного известняка, равное* 12 м*, а бурение соседней скважины под углом* 82° *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.



Решение

Сформулируем эту задачу как задачу планиметрии. Пусть неизвестная толщина обозначена как h, бурение скважины проводится под углом α к поверхности Земли, тогда для неизвестного угла наклона β слоя нефтенасыщенного известняка к поверхности Земли справедливо равенство $h = l\sin(\alpha - \beta)$. Беря в качестве α значения $\alpha_i = 85^0, \alpha_2 = 82^0$, а в качестве l значения $l_i = 12, l_2 = 12,6$, получим равенства $h = l_i \sin(\alpha_i - \beta)$, i=1,2. Отсюда вытекает уравнение относительно β:

$$l_1 \sin(\alpha_1 - \beta) = l_2 \sin(\alpha_2 - \beta).$$

Далее из формулы разности синусов получим равенство

$$l_1 \sin\alpha_1 \cos\beta - l_1 \cos\alpha_1 \sin\beta = l_2 \sin\alpha_2 \cos\beta - l_2 \cos\alpha_2 \sin\beta .$$

После деления последнего равенство на $\cos\beta$ и выделения $tg\beta$ получим

$$tg\beta = \frac{l_1 \sin\alpha_1 - l_2 \sin\alpha_2}{l_2 \cos\alpha_2 - l_1 \cos\alpha_1} = 0,739059\ldots.$$

Из таблиц получаем β=0,6365…, что соответствует примерно $36,47^0$, теперь вычисляется значение $h = l_i \sin(\alpha_i - \beta)$=8,99… м $\approx$9 м.

Фактически, это задача на вычисление элементов прямоугольного треугольника, связанных с определениями тригонометрических функций его острых углов. Для решения задачи достаточно знать определения синуса, косинуса и тангенса острого угла прямоугольного треугольника, теорему Пифагора. Кроме того, необходимо уметь пользоваться стандартными школьными таблицами для получения численного ответа.

Таким образом, при решении таких задач требуется правильное геометрическое восприятие структуры расположения слоя в породе и правильное применение стандартных формул тригонометрии.

<u>Ответ</u>: $\approx$9 м.

Задача №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 Δt, если направление исходного импульса образует угол α с вертикалью? Залежь, как и слой над ней, считать однородными средами.

Решение

Волна пробегает отрезок *AF* за время *t* (см. рис.). Отсюда скорость распространения волны в породе над пластом $v_1 = \dfrac{2l}{t}$.

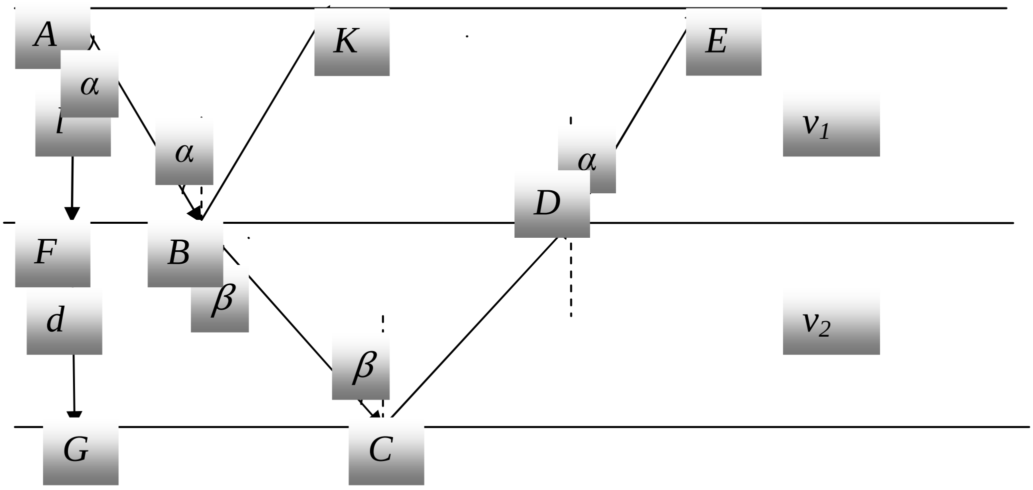
Аналогично, скорость распространения волны в пласте мощностью *d* равна $v_2 = \dfrac{2d}{\Delta t}$.

В точке *B* на кровле пласта волна отражается в верхнюю среду (луч *BK*) и преломляется в пласт (луч *BC*). Запишем закон преломления волны на границе раздела сред: $\dfrac{1}{v_1}\sin\alpha = \dfrac{1}{v_2}\sin\beta$.

Отсюда получим $\sin\beta = \dfrac{v_2}{v_1}\sin\alpha = \dfrac{d}{\Delta t}\cdot\dfrac{t}{l}\cdot\sin\alpha$.

По условию задачи требуется определить, во сколько раз время пробега волны по траектории *ABCDE* больше, чем время пробега волны в верхнем слое по траектории *ABK*.

Поскольку участок *AB* – общий для обеих траекторий, а длины отрезков *BK* и *DE*, очевидно, равны, то время запаздывания Δt_1 будет определяться временем пробега волны в пласте по траектории *BCD*.



Длины отрезков *BC* и *CD* равны, поскольку кровля и подошва пласта параллельны земной поверхности. Следовательно, время запаздывания Δt_1 равно двойному времени пробега волны вдоль луча *BC*.

$$BC = \frac{d}{\cos\beta} = \frac{d}{\sqrt{1-\sin^2\beta}}.$$

Поэтому время запаздывания Δt_1 записывается как:

$$\Delta t_1 = \frac{1}{v_2}\cdot\frac{2d}{\cos\beta} = \frac{\Delta t}{\cos\beta} = \frac{\Delta t}{\sqrt{1-\left(\frac{d}{\Delta t}\cdot\frac{t}{l}\cdot\sin\alpha\right)^2}}.$$

Таким образом, искомая величина $\frac{\Delta t_1}{\Delta t}$ равна:

$$\frac{\Delta t_1}{\Delta t} = \frac{1}{\sqrt{1-\left(\frac{d}{\Delta t}\cdot\frac{t}{l}\cdot\sin\alpha\right)^2}}.$$

<u>Ответ</u>***:*** время запаздывания увеличится в $\frac{1}{\sqrt{1-\left(\frac{d}{\Delta t}\cdot\frac{t}{l}\cdot\sin\alpha\right)^2}}$ раз.

Задача №9

Произведено 4 *измерения глубины нахождения точек отбора образцов пород относительно некоторого фиксированного уровня. Сумма квадратов полученных значений* x_1, x_2, x_3, x_4 *равна* 6 (*в относительных единицах измерения*). *Найдите максимальное значение величины* $f = \min|x_i - x_j|$, *где минимум берется по всем различным парам номеров* (i, j), *т. е. по таким парам*, *что* $1 \le i \ne j \le 4$.

Решение

Преобразуем сумму квадратов отклонений значений друг от друга:

$$\sum_{i<j}(x_i - x_j)^2 = (x_2 - x_1)^2 + (x_3 - x_1)^2 + (x_4 - x_1)^2 + (x_3 - x_2)^2 + (x_4 - x_2)^2 + (x_4 - x_3)^2 =$$

$$= 3({x_1}^2 + {x_2}^2 + {x_3}^2 + {x_4}^2) - 2\sum_{i<j} x_i x_j = 4({x_1}^2 + {x_2}^2 + {x_3}^2 + {x_4}^2) - \left(\sum_{i=1}^{4} x_i\right)^2.$$

Без ограничения общности, можно считать, что $x_1 \le x_2 \le x_3 \le x_4$. Тогда если через y обозначить $\min_{i\ne j}|x_i - x_j|$, то получим $y = \min_{1\le i\le 3}(x_{i+1} - x_i)$ и, кроме того, $(x_j - x_i)^2 \ge (j-i)^2 y^2$ при всех $j > i$. Следовательно,

$$\sum_{i<j}(x_i - x_j)^2 = 4({x_1}^2 + {x_2}^2 + {x_3}^2 + {x_4}^2) - \left(\sum_{i=1}^{4} x_i\right)^2 = 24 - \left(\sum_{i=1}^{4} x_i\right)^2 \ge \sum_{i<j} (j-i)^2 y^2,$$

поэтому

$$\sum_{i<j} (j-i)^2 y^2 = y^2(1+4+9+1+4+1) = 20y^2 \le 24 - \left(\sum_{i=1}^{4} x_i\right)^2 \le 24,$$

значит, $y^2 \le \frac{6}{5}$, причем значение $y = \sqrt{\frac{6}{5}}$ достигается при $\sum_{i=1}^{4} x_i = 0,\ x_{i+1} - x_i = y,\ i = 1,2,3$.

Ответ: $\sqrt{\frac{6}{5}}$.

Задание №10

С помощью гравитационной разведки обнаружено месторождение железной руды. Максимальное значение ускорения свободного падения на поверхности земли вблизи месторождения равно g_m = 9,814 м/с^2, *а на расстоянии нескольких десятков километров от месторождения ускорение свободного падения равно* g_0 = 9,810 м/с^2. *Пробное бурение показало, что руда залегает на глубине всего нескольких десятков метров от поверхности земли и имеет плотность* ρ_1 = $5{,}2\cdot 10^3$ кг/м^3. *Плотность пород в окрестностях месторождения составляет* ρ_0 = $1{,}7\cdot 10^3$ кг/м^3. *Принимая, что рудное тело имеет форму шара, оцените диаметр рудного тела. Считайте гравитационную постоянную* G = $6{,}7\cdot 10^{-11}$ Н·м^2/кг^2. *Объем шара радиуса* 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* $\rho_{ср}$. *К чему ближе этот результат, к* ρ_1 *или к* ρ_0?

Что говорит современная геология по этому поводу? Ваш ответ на последний вопрос должен занять не более десяти строк.

Решение

Используя принцип суперпозиции сил и закон Всемирного тяготения, получим выражение для силы тяжести на поверхности земли вблизи месторождения:

$$mg_m = mg_0 + G\frac{mM}{r^2} = mg_0 + G\frac{m}{r^2}\cdot(\rho_1-\rho_0)\frac{4}{3}\pi r^3,$$

откуда $r = \dfrac{3(g_m - g_0)}{4\pi G(\rho_1-\rho_0)} \approx 4$ км.

Размер залежи (диаметр шара, аппроксимирующего рудное тело), таким образом, оценивается как $D = 2r \approx 8$ км.

Масса Земли рассчитывается следующим образом: поскольку $g_0 = G\dfrac{M}{r^2}$, получаем $M = \dfrac{g_0 r^2}{G} \approx 6\cdot 10^{24}$ кг.

Средняя плотность Земли равна $\rho = \dfrac{M}{V} = \dfrac{3g_0}{4\pi G r} \approx 5{,}4\cdot 10^3$ кг/м^3.

Ответ: $D_{залежи} = 8$ км, $M_{Земли}=6\cdot 10^{24}$ кг, $\rho_{ср} = 5{,}4\cdot 10^3$ кг/м^3, это значение ближе к ρ_1.

Комментарий к ответу:

Масса Земли составляет $6\cdot 10^{24}$ кг. Для сравнения, масса Юпитера больше примерно в 318 раз, Солнца – в 333 тыс. раз. С другой стороны, масса Земли в 82 раза превышает массу Луны. Плотность Земли варьирует от незначительной в верхних слоях атмосферы до исключительно высокой в центре планеты. Средняя плотность Земли ρ = 5,4 г/см^3. Считается, что до глубины 16 км земная кора состоит из 95% изверженных, 4% метаморфических и 1% осадочных пород. Плотность «гранитного слоя» земной коры принимают равной 2,7 г/см^3, «базальтового слоя» — 2,9 г/см^3, а верхней части подкоркового слоя (мантии) — 3,3 г/см^3 (с учетом давления на глубине 30—40 км). В целом, в пределах мантии значения плотности изменяются от 3,3 до 5,0 г/см^3, в пределах ядра от 8 до 15 г/см^3. В центре Земли значение плотности может достигать 17 г/см^3.

Заключительный этап 2010/2011 учебного года

Задача №1

Результаты измерений величины x (объема газа в млн. куб. м.) в логарифмической шкале показывают, что отношение десятичного логарифма разности $6x-5$ *к десятичному логарифму x не более* 2. *В каких пределах может находиться значение x?*

Решение

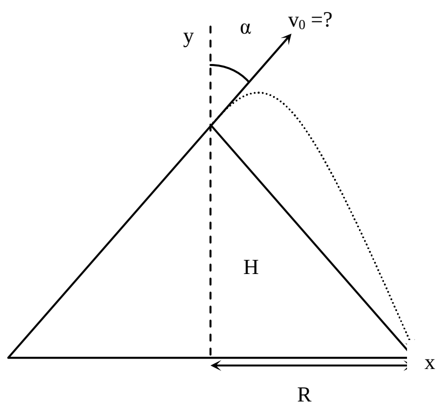
Математической моделью поставленной задачи является неравенство $\frac{\lg(6x-5)}{\lg x} \le 2$. В этом неравенстве множество допустимых значений неизвестного представляет собой объединение промежутков $(\frac{5}{6},1) \cup (1,\infty)$. При значениях неизвестного из интервала $(\frac{5}{6},1)$ значение $\lg x$ отрицательно, поэтому неравенство задачи эквивалентно условию $\lg(6x-5) \ge 2\lg x$. В силу монотонного возрастания логарифма по десятичному основанию и равенства $2\lg x = \lg x^2$ это условие эквивалентно неравенству $x^2-6x+5 \le 0$. Множество решений последнего неравенства, именно отрезок [1,5], не пересекается с интервалом $(\frac{5}{6},1)$, поэтому на данном интервале решений нет. Если $x \in (1,\infty)$, то $\lg x$ >0, поэтому неравенство задачи эквивалентно условию $\lg(6x-5) \le 2\lg x$, откуда $x^2-6x+5 \ge 0$. Следовательно, при $x \in (1,\infty)$ получаем $x \in [5,\infty)$.

Таким образом, данная задача на логарифмическую шкалу результатов измерений сводится к стандартной задаче на логарифмические неравенства.

<u>Ответ</u>: $x \in [5;+\infty)$.

Задача №2

Во время извержения из кратера вулкана вылетает камень, скорость которого направлена под углом $\alpha = 45^\circ$ *к вертикали. Оценить величину этой скорости* υ_0, *если известно, что камень упал у основания вулкана. Идеализируя задачу, пренебречь глубиной и поперечными размерами кратера, считая вулкан конусом высотой* H = 3 км *и радиусом основания* R = 4 км (*см. рис.*). *Сопротивлением воздуха пренебречь. Принять* g = 10 м/с^2.



Решение

Запишем зависимость координат камня от времени:

$$\begin{cases} x(t) = v_0 \sin\alpha \cdot t, \\ y(t) = H + v_0 \cos\alpha \cdot t - \dfrac{gt^2}{2}. \end{cases}$$

Выражая из первого равенства $t = \dfrac{x}{v \sin\alpha}$ и подставляя его во второе равенство, получим уравнение траектории: $y(x) = H + x \operatorname{ctg}\alpha - \dfrac{gx^2}{2v_0^2 \sin^2\alpha}$. В момент падения на землю $x = R,\ y = 0$. Получаем уравнение для v_0: $0 = H + R \operatorname{ctg}\alpha - \dfrac{gR^2}{2v_0^2 \sin^2\alpha}$, откуда $v_0 = \dfrac{R}{\sin\alpha}\sqrt{\dfrac{g}{2(H + R \operatorname{ctg}\alpha)}}$.

Ответ: $v_0 = \dfrac{R}{\sin\alpha}\sqrt{\dfrac{g}{2(H + R \operatorname{ctg}\alpha)}} = \dfrac{400}{\sqrt{7}} \approx 151$ (м/с).

Задача №3

На угольном месторождении содержание метана (в кубических метрах на тонну угля) в угольном пласте увеличивается при возрастании глубины залегания $h \in [150;\, 2000]$ (в метрах) по закону $y(h) = \sqrt{2h}$, а газоносность азота уменьшается по закону $y(h) = \dfrac{4000}{h}$. На какой глубине уровень содержания метана равен уровню содержания азота?

Решение

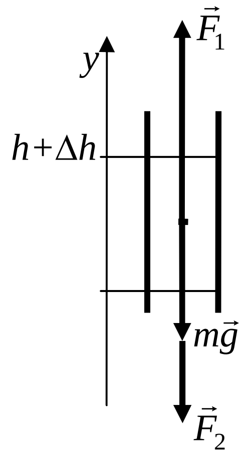
Как непосредственно следует из условия задачи, искомая глубина h находится из уравнения $\dfrac{2000}{h} = \dfrac{1}{2}\sqrt{2h}$, где $150 \le h \le 2000$. В данном уравнении левая часть является убывающей функцией переменной h, а правая – возрастающей функцией той же переменной. Следовательно, решение уравнения при условии его существования единственно. Подставляя $h=200$, убеждаемся в том, что значения левой и правой частей совпадают, отсюда заключаем, что это значение является единственным корнем на указанном промежутке.

Ответ: 200 м.

Задача №4

Нефть поднимается по вертикальной трубе скважины, пробуренной к нефтяному пласту. Считая, что скорость течения нефти во всех точках трубы одинакова, найти градиент давления по вертикали, т. е. величину $\Delta p/\Delta h$, где Δp – разность давлений нефти на высотах $h + \Delta h$ и *h, отсчитываемых от основания трубы. Плотность нефти $\rho = 850$* кг/м^3, *всеми силами трения* *пренебречь и считать* g = 10 м/с^2.

Решение



На нефть в трубе между высотами h и $h + \Delta h$ действуют по вертикали сила тяжести $m\vec{g}$, сила давления $\vec{F}_1$ со стороны нефти, лежащей ниже, и сила давления $\vec{F}_2$ со стороны нефти, лежащей выше. Модули этих сил равны:

$$mg = \rho gS\Delta h\,,\ F_1 = pS\,,\ F_2 = \left(p + \Delta p\right)S\,, F_2 = F_1 + mg\,,$$

где S – площадь поперечного сечения трубы, p – давление в жидкости на высоте h, $p + \Delta p$ – давление в жидкости на высоте $h + \Delta h$. По условию, жидкость движется относительно инерциальной системы отсчета, связанной с Землей, равномерно и прямолинейно. Поэтому сумма сил, приложенных к выделенному объему жидкости, равна 0.

В проекциях на ось y получаем:

$$F_1 - F_2 - mg = pS - \left(p + \Delta p\right)S - \rho gS\Delta h = 0,$$

откуда

$$\Delta p = -\rho g\Delta h\,,\ \frac{\Delta p}{\Delta h} = -\rho g = -8500 \text{ кг/(м}^2\cdot\text{с}^2).$$

<u>Ответ</u>: -8500 кг/(м^2·с^2).

Задача №5

Измерение скорости упругой волны при прохождении массива горных пород производится из двух точек. Первое измерение показало значение 280, *а второе показало* 250 м/с. *Известно, что абсолютное отклонение первого значения от величины реальной скорости не превосходит* 30 м/с, *абсолютное отклонение второго значения от величины реальной скорости также не превосходит* 30 м/с. *Какое максимально возможное абсолютное отклонение от величины реальной скорости мы получим, полагая скорость волны равной* 265 м/с?

Решение

Построим математическую модель задачи. Пусть x – величина реальной скорости. Тогда получим неравенства

$$|\,x - 280\,| \le 30 \text{ и } |\,x - 250\,| \le 30\,,$$

решая которые получим

$$250 \le x \le 310 \text{ и } 220 \le x \le 280\,.$$

Значения переменной, при которых верны все выписанные неравенства, таковы:

$$250 \le x \le 280\,.$$

Оценим отклонение x от 265:

$$-15 \le x - 265 \le 15\,,$$

поэтому максимально возможное абсолютное отклонение равно 15.

Ответ: 15.

Задача №6

Относительная влажность воздуха (φ) в полости кристалла при температуре $t_1 = 90°C$ *равна* 4,5%. *Пользуясь приведенной ниже таблицей, укажите температуру, при которой на стенках полости появится роса. Ответ приведите в* °C, *округлив до целых*.

Для описания водяного пара использовать модель идеального газа. Изменением объема полости пренебречь. Считать, что стенки полости непроницаемы для молекул воды. Давление насыщенного водяного пара при 90°C *равно 70*,18 кПа.

Давление насыщенного водяного пара при различных температурах

t, °C	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
$p_н$, кПа	0,9354	1,002	1,073	1,148	1,228	1,313	1,403	1,498	1,599	1,706
t, °C	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
$p_н$, кПа	1,819	1,938	2,065	2,198	2,339	2,488	2,645	2,811	2,986	3,170

Решение

Вычислим парциальное давление водяного пара при $t_1 = 90°C$:

$$p_1 = \varphi \cdot p_{н1} = 0{,}045 \cdot 70{,}18\,кПа \approx 3{,}158\,кПа.$$

Роса на стенках полости появится при температуре, при которой данный пар станет насыщенным. Как видно из таблицы, давление p_1 практически равно давлению насыщенного пара при температуре $t_2 = 25°C$. Однако при понижении температуры давление пара в полости понижается, так как по условию задачи объем полости постоянен, а ее стенки непроницаемы для молекул воды. Поэтому, в соответствии с законом Шарля, при температуре t_2 давление водяного пара равно

$$p_2 = p_1 \cdot \frac{T_2}{T_1} = 3{,}158\,кПа \cdot \frac{298\,К}{363\,К} \approx 2{,}592\,кПа\,.$$

Это значение давления ближе всего к давлению насыщенного пара при температуре $t_3 = 22°C$. Изменение температуры $t_3 - t_2 = -3°C$, что составляет 1% от абсолютной температуры T_2. Учет этого изменения температуры даст такое же (на 1%) понижение давления, и мы получим при t_3 давление исходного пара $p_3 \approx 2{,}566$ кПа. Пар все еще не будет насыщенным, но насыщение произойдет в долях градуса от t_3. Поэтому получаем ответ: $t \approx 22°C$.

Ответ: $t \approx 22°C$.

Проверка ответа (от участников олимпиады не требовалась). Пусть роса выпала на стенках в точности при 22°С. Тогда выше этой температуры пар уже ненасыщенный, и к нему применим закон Шарля: p/T = const. Получаем парциальное давление этого пара при $t_1 = 90°C$:

$$p_{22} = p_{\text{н}}(22°\text{C})\cdot\frac{T_1}{T_3} = 2{,}645\,\text{кПа}\cdot\frac{363\,\text{К}}{295\,\text{К}} \approx 3{,}255\,\text{кПа}\,.$$

Если же роса выпала на стенках в точности при $t_4 = 21°C$, то аналогичным образом получаем при $t_1 = 90°C$:

$$p_{21} = p_{\text{н}}(21°\text{C})\cdot\frac{T_1}{T_4} = 2{,}488\,\text{кПа}\cdot\frac{363\,\text{К}}{294\,\text{К}} \approx 3{,}072\,\text{кПа}\,.$$

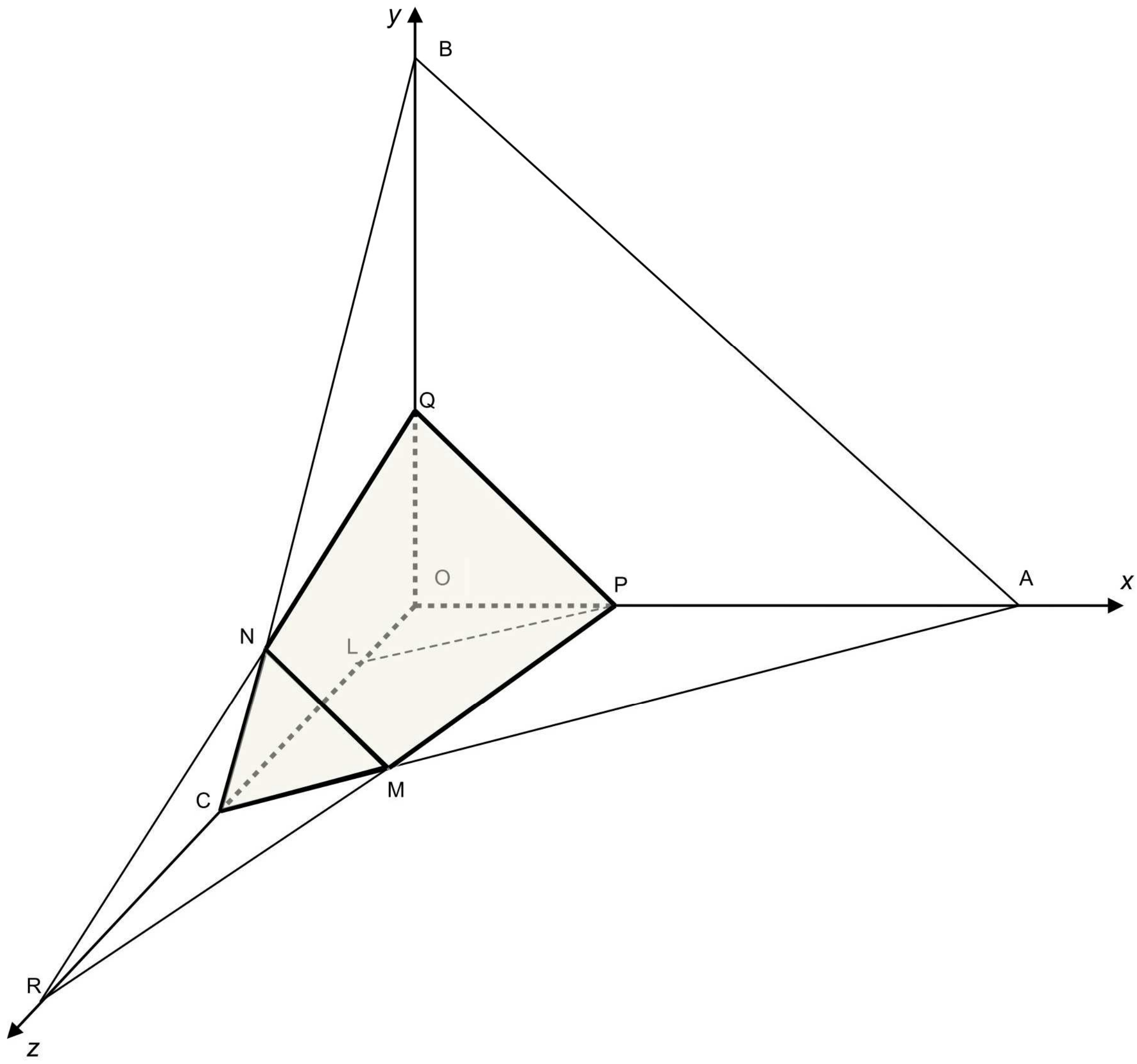
Давление p_1 находится практически посередине между этими двумя значениями.

Задача №7

Кристалл является многогранником, задаваемым следующим образом. В декартовой системе точка O – начало координат, точки A, B и C имеют координаты (1,0,0), (0,1,0) *и* (0,0,1) *соответственно, а точки P,Q,R – координаты* (1/3,0,0), (0,1/3,0) *и* (0,0,2) *соответственно. Прямые AC и PR пересекаются в точке M, а прямые BC и QR пересекаются в точке N. Данный кристалл имеет грани CMPO, CNQO, OPQ, MCN и PMNQ. Найдите площадь грани MCN и объем кристалла.*

Решение

Сначала рассмотрим плоскость Oxz, на оси z отложим точку L с координатами (0,0,1/3). Тогда прямая LP параллельна CM, треугольники CMR и LPR подобны: $RC : RL = 3 : 5$. Следо вательно, точка M имеет координаты (1/5,0,4/5). Отсюда получаем отношение $CM : CA = 1:5$. Аналогично, $CN : CB = 1:5$, треугольник CMN подобен треугольнику CAB: $CM : CA = CN : CB = MN : AB = 1:5$

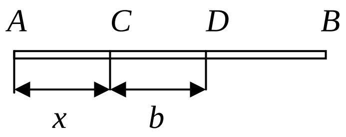


Площадь треугольника *CMN* равна 1/25 площади треугольника CAB, т. е. $\frac{1}{25}\cdot\frac{\sqrt{3}}{2}=\frac{\sqrt{3}}{50}$. Далее, площадь треугольника *RCM* равна: $S_{\Delta RCM}=\frac{1}{2}\cdot CR\cdot\frac{1}{5}=\frac{1}{10}$. Объем кристалла – многогранника с вершинами *C,M,N,O,P* и *Q* (см. рис.) – будем вычислять как разность объемов пирамид *ROPQ* и *NRCM*. Объем пирамиды *NRCM* равен $\frac{1}{3}\cdot S_{\Delta RCM}\cdot\frac{1}{5}=\frac{1}{150}$. В то же время объем пирамиды *QROP* равен $\frac{1}{3}\cdot S_{\Delta ROP}\cdot\frac{1}{3}=\frac{1}{9}\cdot\frac{1}{2}=\frac{1}{18}$. Отсюда искомый объем кристалла равен $\frac{1}{18}-\frac{1}{150}=\frac{11}{225}$.

Ответ: площадь равна $\frac{\sqrt{3}}{50}$, объем равен $\frac{11}{225}$.

Задача №8

Основу метода электрической разведки полезных ископаемых составляет различие горных пород и руд полезных ископаемых по их удельному сопротивлению. По результатам измерения сопротивлений между различными точками (заземлениями) на поверхности Земли можно судить о геологическом строении земной коры и наличии полезных ископаемых на исследуемой площади. Для иллюстрации этого положения решите следующую задачу.



Цилиндрический проводник AB длиной L и диаметром d (см. рис.) содержит участок CD, удельное сопротивление которого ρ отличается от удельного сопротивления ρ_0 остальной части проводника. Определить длину b участка CD и расстояние x от него до точки A, если известны сопротивления R_A и R_B участков проводника AB между точкой O на его середине и точками A и B. Получите численный ответ для величин x и b при следующих значениях параметров:

$\rho_0 = 1{,}7\cdot10^{-8}$ Ом·м (*медь*), $\rho = 25{,}7\cdot10^{-8}$ Ом·м (*медноникелевый сплав*), $L = 200$ м, $d = 0{,}1$ мм, $R_A = 800$ Ом, $R_B = 1200$ Ом.

Решение

Сопротивление проводника *AB* равно

$$R = R_A + R_B = R_{AC} + R_{CD} + R_{DB} = \rho_0 \frac{x}{S} + \rho\frac{b}{S} + \rho_0 \frac{L-x-b}{S} = \rho_0 \frac{L-b}{S} + \rho\frac{b}{S},$$

где $S = \dfrac{\pi d^2}{4}$, поэтому

$$b = \frac{(R_A + R_B)S - \rho_0 L}{\rho - \rho_0} \approx 51{,}25\,\text{м}.$$

Участок *CD* содержит в себе среднюю точку отрезка *AB*, поскольку иначе R_A или R_B равняется

$$\rho_0 \frac{L}{2S} \approx 217\,\text{Ом}.$$

Поэтому

$$R_A = R_{AC} + R_{CO} = \rho_0 \frac{x}{S} + \rho\frac{0{,}5L - x}{S},$$

откуда

$$x = \frac{0{,}5\rho L - R_A S}{\rho - \rho_0} \approx 80{,}9\,\text{м}.$$

<u>Ответ</u>: $b \approx 51{,}25$ м, $x \approx 80{,}9$ м.

Проверка работ участников и критерии оценки

Проверка работ участников олимпиады школьников «Ломоносов» по геологии осуществляется общеуниверситетским жюри олимпиады, в состав которого входят ведущие профессора и преподаватели геологического факультета, физического факультета и факультета вычислительной математики и кибернетики Московского университета.

С целью соблюдения объективности работы проверяются в зашифрованном виде, то есть проверяющие не знают имен и фамилий их авторов.

После проверки анонимных работ комиссия во главе с председателем жюри устанавливает критерии выставления баллов и минимальное количество баллов, необходимое для включения участника в число победителей и призеров олимпиады. Эти критерии меняются из года в год в зависимости от сложности олимпиадных заданий, а также от степени подготовленности участников.

Рекомендуемая литература

1. Московские математические регаты. Сост. А.Д. Блинков, Е.С. Горская, В.М. Гуровиц. М.: МЦНМО, 2007. 360 с.
2. Н.В. Горбачев. Сборник олимпиадных задач по математике. М.: МЦНМО, 2004.
3. Олехник С.Н., Потапов М.К., Пасиченко П.И. Нестандартные методы решения уравнений и неравенств. М.: Издательство Московского университета, 1991.
4. Прасолов В.В. Задачи по планиметрии. М.: МЦНМО, 2006.
5. Прасолов В.М., Голенищева-Кутузова Т.И., Канель-Белов А.Я., Кудряшов Ю.Г., Ященко И.В. Московские математические олимпиады. 1935-1957 гг. М.: МЦНМО, 2010.
6. Федоров Р.М., Каннель-Белов А.Я., Ковальджи А.К., Ященко И.В. Московские математические олимпиады. 1993-2005 гг. М.: МЦНМО, 2008.
7. Шарыгин И.Ф., Голубев В.И. Факультативный курс по математике. Решение задач. М.: Просвещение, 1991.
8. Гарднер М. Математические головоломки и развлечения. М., Мир, 1999.
9. Большая детская энциклопедия Аванта+. Геология. М.: Астрель, 2009.
10. Короновский Н.В. Геология. 10-11 классы. Элективные курсы. М.: Дрофа, 2005.
11. Короновский Н.В. Геология – это интересно. М.: МГУ, 1992.
12. Короновский Н.В. Общая геология. Любые издания за 1989-2009 гг.
13. Короновский Н.В., Якушова А.Ф. Основы геологии. М.: Высшая школа, 1991.

14. Буховцев Б.Б., Кривченков В.Д., Мякишев Г.Я., Сараева И.М. Задачи по элементарной физике. М.: Физматлит, 2000.
15. Драбович К.Н., Макаров В.А., Чесноков С.С. Физика. Практический курс для поступающих в университеты. М.: Физматлит, 2006.
16. Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б., Сотский Н.Н. Физика: Учебник для 10 класса общеобразовательных учреждений: базовый и профильный уровни. М.: Просвещение, 2008.
17. Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б., Чаругин В.М. Физика: Учебник для 11 класса общеобразовательных учреждений: базовый и профильный уровни. М.: Просвещение, 2008.
18. Сучкова А.П., Питолина Т.П. Первые шаги в геологию. М.: Экост, 2005.
19. Физика 10–11. Учебник в 5 тт. для углубленного изучения физики/ Под ред. Г.Я.Мякишева. М.: Дрофа, 2001 и последующие годы издания.
20. Физика: Учебник для 7 класса общеобразовательных учреждений /Под ред. А.А.Пинского, В.Г.Разумовского. М.: Просвещение, 2005 и последующие годы издания.
21. Физика: Учебник для 8 класса общеобразовательных учреждений /Под ред. А.А.Пинского, В.Г.Разумовского. М.: Просвещение, 2005 и последующие годы издания.
22. Физика: Учебник для 9 класса общеобразовательных учреждений /Под ред. А.А.Пинского, В.Г.Разумовского. М.: Просвещение, 2005 и последующие годы издания.

ВОСПОМИНАНИЯ УЧАСТНИКОВ ОЛИМПИАДЫ – ныне студентов геологического факультета

Захаров Александр
Абсолютный победитель олимпиады школьников «Ломоносов» по геологии
Лауреат премии по поддержке талантливой молодежи РФ 2011 года

На протяжении трех последних лет перед окончанием школы я серьезно размышлял над тем, какую профессию выбрать в будущем. У нас в г. Нерюнгри (Республика Саха/Якутия) многие выбирают профессию геолога или тесно связанные с этой отраслью направления, по причине того, что наш регион богат природными ресурсами, являющимися стратегическим запасом страны и играющие важную роль в формировании ВВП. Родители и знакомые рассказывали, а теперь я и сам твердо убежден, что геолог – это прекрасная и интересная профессия, где нужно иметь хорошее здоровье, отличную физическую подготовку и хорошо ориентироваться в различных естественно-научных дисциплинах, таких как математика, физика, химия, географии и других.

Как я стал геологом? В начале учебного года, последнего 11 класса, в сентябре 2010 года родители рассказали мне об олимпиаде «Ломоносов» по геологии и посоветовали попробовать свои знания и умения в написании работы отборочного этапа. А что? Ведь за плечами есть победы и опыт участия в школьных городских олимпиадах по естественным предметам, но было понятно, что этого не достаточно для успешного прохождения первого отборочного этапа. И вот началась серьезная работа над заданиями…

Заочный тур олимпиады был очень сложным, но в то же время и интересным. Были такие задания, что с ходу решить невозможно, да и впрочем, как и на всех олимпиадах. Нужно было думать часами и даже днями над одной задачей. И вот, в конце декабря все задачи были решены и отправлены в Москву, в МГУ на геологический факультет. Мы с родителями очень волновались за результаты олимпиады. И вот настал день, когда вывесили списки школьников, которые прошли в очный тур. Я был в списке победителей! Радость была недолгой, ведь впереди заключительный этап, а значит надо еще серьезнее готовиться.

В марте полетели в Москву на очный тур. Нас поселили в уютной комнате в главном здании МГУ, в столичной высотке. Это было первое мое знакомство с университетом, с «храмом науки». На картах и фото *университет выглядит не таким большим, как наяву. В нем на самом деле ощущается дух науки, что-то необычно приятное, необъяснимое. Именно эта атмосфера однозначно повлияла на мой настрой, а настрой был только на победу!*

И вот наступил тот долгожданный день, 23 марта 2011 года, утро, около 9:00 утра. Меня и еще пару сотен школьников посадили в большую аудиторию, раздали листы с заданиями и мы принялись за работу. Задания были легче, чем на отборочном этапе, но все же пришлось сильно напрячься. Конечно, ведь дома было можно пользоваться всем доступным!

Выйдя из аудитории по окончании написания работы, я вдохнул полной грудью и выдохнул с облегчением. Я был уверен в одном – все, что мог, и было в моих силах, я сделал!

От себя скажу, что очень понравилась организация олимпиады, списать было невозможно, за черновиками ходить не приходилось, так как их, по просьбе, тебе приносили, в общем, писать олимпиаду было приятно, комфортно и увлекательно.

Когда на сайте вывесили результаты, я не нашел себя в списке победителей и призеров и сильно расстроился, но когда мама пересмотрела их, она нашла мою фамилию. Я не поверил и сам решил посмотреть. От радости вскрикнул: «Ура-а-а-а!».

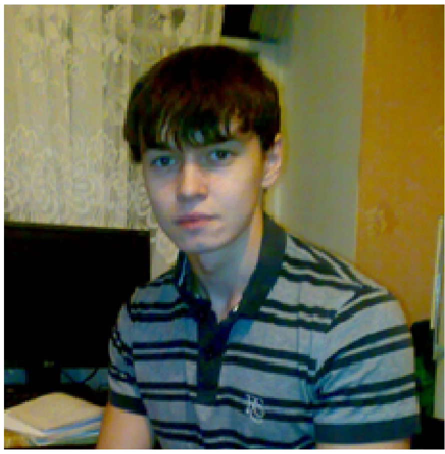
Я очень рад, что принял участие в олимпиаде и стал абсолютным ее победителем. Спасибо Московскому государственному университету за то, что дает шанс школьникам проявить себя и впоследствии поступить в самый престижный вуз России.

Попик Софья
Победитель олимпиады школьников «Ломоносов» по геологии

Ещё в школе моими любимыми предметами были математика и физика. В то же время, у меня были значительные успехи в музыкальной школе, и с девятого класса я думала поступать во ВГИК им. С.А. Герасимова на факультет звукорежиссуры. Но, проходив туда на курсы, я поняла, что это не моё.

В это время мой старший брат учился на геологическом факультете МГУ, на отделении геофизики. Я видела, что ему интересно учиться, он много времени уделял математике, физике, геологии и геофизике. Я тоже заинтересовалась этим факультетом, потому что поняла, чем хочу заниматься в будущем; к тому же, моё любопытство разожгли различные геологические и геофизические практики – я слышала о них много интересного. К началу 11 класса я *окончательно определилась со своим выбором и записалась на подготовительные курсы геологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова. Здесь я узнала об олимпиаде школьников «Ломоносов» по геологии, в которой может поучаствовать любой желающий школьник, которая даёт шанс себя проявить. Впоследствии я успешно прошла оба тура олимпиады. Потом оказалось, что эта олимпиада дает преимущества при поступлении на выбранный мой факультет, и я поступила на геологический факультет. Я была очень счастлива, когда объявили, что я прошла на отделение геофизики. Мне нравится учиться, и сейчас я понимаю, что сделала правильный выбор.*

Фролов Дмитрий
Победитель олимпиады школьников «Ломоносов» по геологии



Свое решение стать геологом мне помог принять старший брат, а также его однокурсники, которые с большим интересом рассказывали о первой практике в горном Крыму.

Когда я учился на подготовительных курсах, преподаватели советовали нам участвовать в олимпиаде, чтобы проверить свои силы и уровень подготовки. Меня заинтересовала именно олимпиада школьников «Ломоносов» по геологии, так как ее главной целью являлось выявление и дальнейшее привлечение способных увлеченных ребят на геологический факультет. Представленные в заочном туре задания по физике и математике были интересно сформулированы, потому что они были с уклоном в геологию.

Успешно пройдя заочный тур, я принял участие в заключительном этапе олимпиады. Для победы на олимпиаде требовалось хороших знаний, как по физике, так и по математике со знанием общих вопросов физической географии. Вспоминая сейчас, могу сказать, что все было организовано отлично. Получив задания, я обнаружил, что сложность задач соответствовала уровню Московского университета. Задания были оригинальные, к каждому из них требовался свой индивидуальный подход, перебор различных идей решения. Конечно, олимпиада стала хорошей проверкой моих знаний по предметам, профильным для выбранной мною профессии.

И вот я добился поставленной цели – победы на олимпиаде! Теперь я учусь в лучшем университете страны. Мне нравится, что введенная в этом году программа обучения включает большое количество как гуманитарных, так и *естественных дисциплин. Очень приятно осознавать, что сбылась моя мечта, и я рад изучать основы геологии в этом учебном заведении.*

От олимпиады у меня остались хорошие впечатления, благодаря ей я учусь на желанной кафедре одного из самых знаменитых университетов мира.

Фролова Виктория
Призер олимпиады школьников «Ломоносов» по геологии

В пятом классе своим родителям я задала вопрос: какой ВУЗ самый лучший? Они ответили мне, что, конечно, это МГУ. И тогда я сказала, что именно туда я и буду поступать. Конечно, всерьёз это не восприняли, ведь мне было всего двенадцать лет, и что будет дальше, разумеется, предсказать никто не мог. Вскоре, эта история быстро забылась.

И вот десятый класс – время, когда необходимо определяться с будущей профессией, но тогда я была обескуражена их разнообразием и совершенно не представляла, что мне действительно интересно. В разное время меня увлекала то экономика, то юриспруденция, то я хотела стать археологом. Всё решил один единственный поход в геологический музей. Стоило мне только зайти в него, как я сразу же и безвозвратно влюбилась в геологию. Эта удивительная наука стала для меня магией, преображающей всё вокруг, открывая привычные вещи с новой, ещё неизведанной стороны. И моей целью стало ещё глубже окунуться в этот мир, узнать как можно больше нового, сделать для себя ещё больше открытий. Я испытывала такое счастье, понимая, с чем хочу связать свою дальнейшую судьбу.

Чтобы добиться своей цели не достаточно просто с ней определиться, нужно что-то делать, нужно стремиться к ней. Поэтому в одиннадцатом классе я отправилась прямо в МГУ на геологический факультет, чтобы записаться на подготовительные курсы. Там же я узнала про геологическую школу (школу юного геолога), в которую сразу записалась и про олимпиаду школьников «Ломоносов». Узнавая всё больше и больше о геологии, общаясь с ребятами так же увлечёнными ею, я убеждалась, что выбрала действительно то правильное жизненное направление. Оставалось преодолеть на тот момент самое страшное – поступление. В начале пути всё кажется страшным и нереальным. Как можно сдать ЕГЭ на высокие балы? Как можно добиться успеха на олимпиаде? Как вообще можно поступить в МГУ? Я была растеряна, но понимала, что нужно работать, чтобы достичь своей мечты. И я работала. Геологическая школа – это одна удивительное место, это одна большая *семья, где любой поможет тебе и подскажет. Уже поступившие ребята давали свои советы по поводу участия в олимпиаде. Зимой я выполнила задания отборочного этапа, и когда узнала, что прохожу дальше в заключительный тур, сначала не поверила своим глазам. Я проверяла списки каждый день по несколько раз, и каждый раз убеждалась, что я действительно прошла. Именно тогда я поняла, что могу добиться желаемого. Но надо наращивать темпы подготовки. Время до очного тура олимпиады «Ломоносов» пролетело незаметно. Придя в аудиторию, я очень нервничала, но когда раздали работы, поняла, что все усилия не прошли даром, что я смогу выполнить почти все задания. И так оно и получилось. Из аудитории я выходила довольная, но всё равно нервозность оставалась.*

Я жила в подвешенном состоянии до тех пор, пока не узнала результаты олимпиады, глубоко внутри себя я была уверена, но всё равно нервничала. И вот, узнав, что я призёр олимпиады, поняла, что мои усилия увенчались успехом, что целый год упорства не прошёл даром. Что олимпиада «Ломоносов» не такая страшная, как о ней рассказывают в сети Интернет. Всё оказалось возможным, и я поступлю в МГУ! Главное не отступаться от своей мечты и не бояться сложностей!

Сейчас я учусь в МГУ на первом курсе геологического факультета и познаю увлекательнейшую науку геологию. И все это благодаря моим усилиям и тому шансу, который предоставляется олимпиадой школьников «Ломоносов» по геологии.

Лебедева Галина
Призер олимпиады школьников «Ломоносов» по геологии

Стать геологом и поступать на геологический факультет я твердо решила в 10 классе. Перед этим я очень долго искала, чем же мне будет интересно заниматься в жизни. Попав в геологическую школу, я сразу поняла, что поиск «дела жизни» именно здесь увенчался успехом. В 11 классе я пошла на подготовительные курсы. Со многими ребятами оттуда я сейчас учусь в университете. Было интересно окунуться в университетскую атмосферу и хоть немного почувствовать себя студентом.

Вскоре я узнала об олимпиаде школьников «Ломоносов» по геологии. Вместе со своими друзьями, не раздумывая долго, *приняла участие в заочном туре. Это было очень увлекательно, так как, несмотря на то, что задания были по физике и математике, они были напрямую связаны с геологией. Также, несомненно, привлекало то, что победа в олимпиаде давала больше шансов при поступлении перед теми, кто поступает на общих основаниях.*

Как и все остальные, я очень сильно волновалась перед очным туром. Казалось, что олимпиада требует заоблачных знаний. На самом деле, ничего, выходящего за рамки школьной программы, там не требовалось. Достаточно было хорошо знать школьный курс физики и математики. В этом, в какой-то степени, мне помогли подготовительные курсы, которые укрепили и систематизировали мои знания.

Я не участвовала в других олимпиадах, так как твердо знала, что хочу учиться только здесь − на геологическом факультете в лучшем университете страны, чего бы мне это не стоило. Именно здесь готовят лучших специалистов в этой области.

На олимпиаде у меня пропала та расслабленность, которая была первые полгода 11 класса. Сюда приехали школьники со всех уголков России с хорошим уровнем подготовки. Ведь олимпиада проводится для того, чтобы дать возможность талантливым людям обратить на себя внимание и впоследствии получить приоритет при поступлении.

Теперь я твердо уверена, что очень важно принимать участие в олимпиаде. Я получила отличный опыт, посмотрела на других ребят и познакомилась с ними, оценила свои силы. Но самое большое наслаждение ты получаешь от того, что сидишь в окружении огромного количества людей, с которыми у тебя совпадают интересы и у которых та же цель, что и у тебя – стать геологом.

Мне очень понравилась, как была организована олимпиада, ее уровень солидности и серьезности. Были созданы все условия для того, чтобы мы чувствовали себя комфортно. Например, всем иногородним было предоставлено проживание в общежитиях МГУ.

Да и сами задания были интересными, с изюминкой, пришлось изрядно попотеть и включить всю свою сообразительность, ведь олимпиада это не экзамен это соревнование, где забываешь об оценках, появляется азарт, стремление к победе, работа на результат.

Я очень рада, что приняла участие в этой олимпиаде и смогла продемонстрировать свою подготовку, став призером. Спасибо за такую возможность получить жизненный опыт всем людям, которые организовали и провели это важное для нас мероприятие!

ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ МГУ СЕГОДНЯ

Декан факультета — академик, профессор Дмитрий Юрьевич Пущаровский.

Геологический факультет МГУ — всемирно известный учебно-научный центр России. Хотя датой основания факультета считается 1938 г., минералогия в Московском университете преподается уже более двух столетий. На кафедрах и в лабораториях факультета работают ученые с мировым именем, талантливая молодежь. Среди наших профессоров – 7 академиков и 6 членов-корреспондентов РАН, 19 членов Академии естественных наук РФ. Вся деятельность сотрудников факультета направлена на развитие геологической науки, образования и культуры – необходимых условий экономического и духовного возрождения России.

Геологический факультет проводит прием для подготовки специалистов по шести направлениям: «Геология», «Геология и геохимия горючих ископаемых», «Геофизика», «Экологическая геология», «Гидрогеология и инженерная геология», «Геохимия». План приема – 200 мест на бюджетной основе и 20 мест на контрактной основе. Прием осуществляется по результатам следующих вступительных испытаний: ЕГЭ по математике, физике, русскому языку и дополнительное испытание профильной направленности по математике.

Основная задача факультета – подготовить востребованных специалистов-геологов самой высокой квалификации по четырем инновационным направлениям: топливно-энергетическому, минерально-сырьевому, инженерно-строительному и экологическому. Выпускники факультета успешно работают в крупных российских и зарубежных компаниях.

Высочайший уровень подготовки специалистов-геологов достигается фундаментальными лекционными курсами, большим объемом семинарских аудиторных занятий, уникальными геологические практиками в Горном Крыму, Урале, Карелии и других уголках России, а также за рубежом.

Работу со школьниками и абитуриентами на геологическом факультете осуществляет Центр Довузовской подготовки, который проводит работу по трем основным направлениям: «геологическая школа» или школа юного геолога, «подготовительные курсы» и направлению «популярная геология».

Для учащихся старших классов, а также лиц со средним образованием, проводятся подготовительные курсы по подготовке к ЕГЭ, олимпиадам и вступительному испытанию на факультет: математика, русский язык, физика. Обучение на курсах платное. Регулярные занятия проводятся три раза в неделю (понедельник, среда, пятница в вечернее время).

Школьников 8–11 классов факультет приглашает в геологическую школу (школу юного геолога). Школа юного геолога – это первое знакомство школьников с Московским университетом, его славной историей, глубокими традициями, академическим духом; введение в востребованную специальность «геология», получить знания основ геологии, познакомиться с её основными направлениями, приобрести опыт геологических экспедиций; встреча с ведущими преподавателями факультета; перспектива окунуться в жизнь факультета и приобщиться к студенческим радостям и волнениям. Занятия в геологической школе проводятся *бесплатно* два раза в неделю в форме лекций по общей геологии, а также практических занятий по минералогии.

Созданная на факультете группа «популярная геология» организует в музеях, школах и учебных центрах научно-популярные лекции для школьников о геологии, геологическом факультете, а также мастер-классы, игры, конференции и многое другое.

Геологический факультет призывает талантливую молодежь к обучению в стенах Московского университета и преумножению интеллектуального потенциала нашей страны!

КОНТАКТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Геологический факультет
Адрес: 119991, Российская Федерация, Москва, ГСП-1, Ленинские горы, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Геологический факультет.
Тел.: +7(495) 939-2970
Факс: (495) 932-8889
E-mail: admin@geol.msu.ru

Центральный оргкомитет олимпиады школьников «Ломоносов»
Адрес: 119991, Российская Федерация, Москва, ГСП-1, Ленинские горы, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова.
Тел.: +7(495) 939-5717,
Факс: +7(495) 939-5334
E-mail: olymp@lomonosov.msu.ru

Оргкомитет олимпиады школьников «Ломоносов» по геологии
Адрес: 119991, Российская Федерация, Москва, ГСП-1, Ленинские горы, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Геологический факультет, комн. 372.
Тел.: +7(495) 939-1352, +7(495) 939-2970
E-mail: stepanov@geol.msu.ru

Департамент Довузовской подготовки геологического факультета
Адрес: 119991, Российская Федерация, Москва, ГСП-1, Ленинские горы, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Геологический факультет, комн. 414.
Тел.: +7(495) 939-1529
E-mail: dovuz@geol.msu.ru

СОДЕРЖАНИЕ