

НАУКА ДЛ**Я**
ВСЕ**Х**

ХИМИЯ

*От таблицы Менделеева
к нанотехнологиям*

Аванта

УДК 54
ББК 24
Р86

Р86 Руни, Энн Химия. От таблицы Менделеева к нанотехнологиям / Энн Руни; пер. с англ. Банкрашкова А. В. — М.: Издательство АСТ, 2020. — 206, [2] с.: ил. — (Наука для всех).

ISBN 978-5-17-114753-2.

Многие значительные достижения человечества не были бы возможны без существенного прогресса в химии. В этой книге прослеживается история важнейших открытий, начиная с первых успехов и алхимических поисков и заканчивая новейшими химическими разработками XXI века.

Для широкого круга читателей.

**УДК 54
ББК 24**

Copyright © Arcturus Holdings Limited
www.arcturuspublishing.com
© Банкрашков А. В., пер. с англ., 2020
© ООО «Издательство АСТ», 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение		Пути развития.....	38
ИЗ ЧЕГО СОСТОИТ МИР	8	Четыре природы материи	40
Первоэлементы и частицы	9	Переходим к делу	41
Химия	11	Превращение объяснено	43
В центре внимания	11	Полезные результаты	43
		Превращение невозможно.....	44
Глава 1		Алхимия покоряет Европу	45
ХИМИЯ: ЗА ПОРОГОМ НАУКИ		Лже-арабы.....	46
Путешествие		Альберт Великий:	
в доисторическую химию	14	ученый или колдун?	48
Химия цветов	14	Алхимия и христианская церковь.....	49
От раннего палеолита до керамики... 15		Химия — это не только металлы	50
Истоки рудной металлургии	16	Алхимия и душа.....	50
Бронзовый век.....	16	Алхимия и тело	52
Железный век	18	Фальшивая алхимия	
Еще больше металлов	18	и нечестные алхимики	52
Биохимики поневоле	19	Алхимики в недоумении.....	54
Заставляя работать микробы.....	20		
Начало химии	21	Глава 3	
Как это работает?	21	ЗОЛОТО	
Делать и думать.....	22	И ЗОЛОТОЙ ВЕК АЛХИМИИ	
Нечто и ничто.....	22	Ренессанс: возрождение алхимии	58
Первоэлементы	23	Возвращение к истокам.....	59
Четыре стихии.....	23	Ангелы и камни	59
Элементы и их свойства.....	24	Переходим к делу	60
Родом из Греции.....	25	Алхимия и медицина	62
		Медицинская химия и ятрохимия	62
Глава 2		Химия и тело.....	63
МИСТИЧЕСКАЯ НАУКА		Баланс гуморальный	
Респектабельное занятие	28	и химический.....	64
Темные истоки алхимии	28	Мнимое всемогущество	
Химический букварь.....	30	средневековой медицины	66
Первоэлементы		От неживого к живому.....	66
и их преобразования.....	30	Таинственность: правда и обман	67
Смешивание, приготовление		Тайный стовор.....	67
и уничтожение.....	32	Ложный след	68
«Выдохи» дымные и парообразные ...	32	Загадочное алхимическое золото	68
Алхимия в Александрии.....	32	Мошенничество и неудачи	69
Дошедшие до нас секреты	33		
Алхимия в Китае	34	Глава 4	
Практикующие химики	35	ОТ АЛХИМИИ К ХИМИИ	
Основная материя	37	Зачатки научного метода	72
Философский камень.....	37	Научная революция.....	72
Арабская алхимия	38	Научный метод Бэкона	73

Ученые сообщества	74
Алхимия и научный метод.....	74
Дружеское расставание	
с наследием прошлого	75
Химики-алхимики	75
Преобразования вокруг нас	78
Дерево ван Гельмонта	78
Развивающаяся химия	80
Химия и гениальный скептицизм	81
Старые и новые	
химические элементы	81
Создание нового списка.....	81
Еще больше металлов	83
Коровам это не нравится.....	84
Пицца для размышлений.....	84
Проблема идентификации элемента... ..	85
Лавауэе перекраивает химию.....	85
Новый список	85
Методом проб и ошибок	87

Глава 5

ПУСТОТА ВОЗДУХА

Невидимый воздух	90
От элемента к смеси	90
Работа с газами и без.....	91
Сила из ниоткуда	92
Пружина воздуха	94
Воздух во всем	
своем разнообразии	94
Пицца жизни.....	95
Огонь и воздух	96
Прибавка в весе.....	96
Огненный флогистон	96
Воспламеняющийся воздух	99
Горение и дыхание	99
Фракции воздуха.....	99
Открытие углекислого газа.	102
...И всех остальных	102
Воздух: соединение или смесь?	103
Отталкивающиеся газы.....	103
Воздух и не только	104
Галогены.....	104
Инертные газы	105
Сюрпризы воды	106
Назад к газам	107
Вверх и вверх	107

Часть 6

СРОДСТВО ЭЛЕМЕНТОВ И АТОМОВ

Атомы и элементы	110
Атомы древних.....	110
Формы атомов	111
Атомисты Франции.....	111
От атомов к молекулам	114
Атомы собираются вместе	115
Атомы и их сродство.....	115
От сродства к реакции.....	116
В фокусе — атомы	118
Новая атомная теория	118
Материя никуда не девается.....	119
Сравнение атомов	120
Снова газы	122
От молекул до молей.....	123
Атомы по доверенности.....	124
Элементы	
и таинственное сродство	125
Атомные связи.....	125
Сродство становится связью.....	126
Систематизируем элементы	127
Элементов становится все больше	127
Тройки, восьмерки и спирали.....	128
Элементы на карточках	129
Закрывающая пробелы	130
Последние штрихи.....	131
Неделимы ли атомы?	132
Частицы... атомов.....	133
От пудинга до планет.....	133
Атомный номер.....	135
Электроны в игре	137
Электростатические трубки	137
Кубические атомы	138
Размытые очертания.....	140

Глава 7

ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЖИЗНИ

Живое и неживое	144
Разрушение, а не созидание	145
Витализм —	
проверка на прочность	146
Неожиданное разнообразие.....	147
Шаг вперед.....	148

Конец живых фабрик.....	148	Измеряем массу	187
Оковы органических связей	150	Исследование излучений	187
Этот особый углерод.....	150	Масс-спектроскопия	
Углеродные цепи.....	151	и изотопы.....	188
Химия в кризисе: Карлсруэ.....	151	Взгляд внутрь	188
Сны о змеях.....	152	Кристаллы	
Шаг к стереохимии	154	в рентгеновских лучах	189
Зеркальные молекулы.....	155	Химия жизни и рентгеновская	
Асимметричный углерод.....	155	кристаллография	190
Химия жизни	156	ДНК — большая победа.....	191
Химия в телах и вне их.....	156	Распутанные белки	193
Химические циклы	158		
Долгий путь.....	159	Глава 9	
Лекарства и химия	160	СОЗДАНИЕ	
Ивовая кора и Наполеон	160	НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ	
Волшебная пуля.....	163	Химический синтез	196
Грибки Флеминга.....	165	Пластмассовая революция	196
Сбой в системе	165	Начиная с природы.....	197
Смертельно сладкий.....	166	Резина приходит на помощь.....	197
Бесценные подарки прошлого	166	Растительный пластик.....	198
Подземное сокровище.....	166	Новые пластмассы	199
Фракция за фракцией.....	167	Конструкторы пластмасс.....	200
Новая отрасль.....	168	Война и нужда —	
		катализаторы изобретений	201
Глава 8		Грузоперевозки продолжают	201
ЧТО ТАМ ВНУТРИ?		Взрывчатые вещества	
Анализ и идентификация	172	из растений.....	202
Химия: мокрая и сухая	172	Атом за атомом	203
Пробы и анализы	173	Углерод во всех формах.....	203
Сухой анализ		Углеродная революция	205
мокрого материала.....	174		
Жидкое золото	175	Заключение	
Мокрые методы		ДОБРО ПОЖАЛОВАТЬ	
для мокрых материалов.....	176	В БУДУЩЕЕ	204
Тестирование, тестирование	177	Химические решения	
Методы разделения веществ	177	химических проблем	206
Исследование осадков	178	Уроки прошлого.....	207
Титрование	179		
Пятна и точки.....	180		
Химия и электричество	181		
Приведено в действие			
электричеством.....	181		
Да будет свет	184		
Пламя и свет	184		
Помни о пробелах.....	184		
Свет и его отсутствие	185		

ИЗ ЧЕГО СОСТОИТ МИР

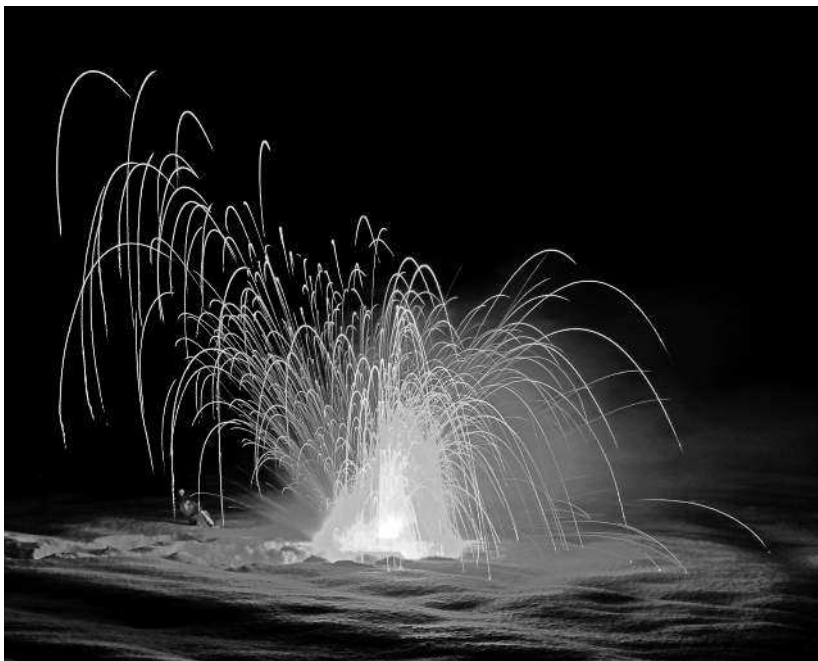
Химия — это изучение превращений веществ.

Фридрих Август Кекуле, 1861 г.

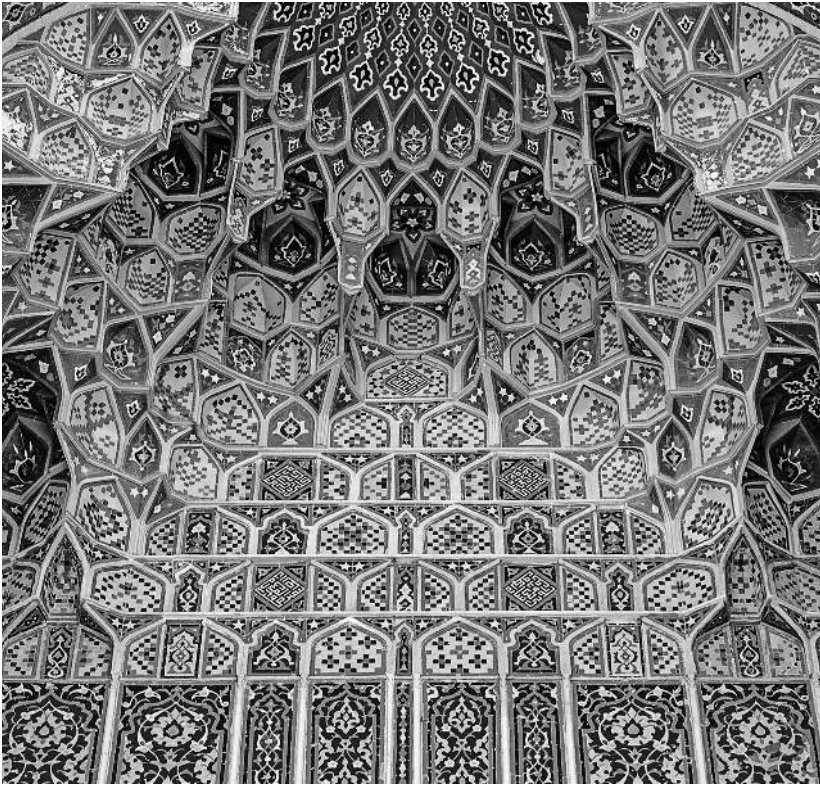
У химии и магии, похоже, много общего. И та и другая стремятся к преобразованию материи невидимыми средствами. Хотя химия не может превратить царевну в лягушку, эта наука способна объяснить многие этапы превращений, которые мы видим в реальной жизни. С помощью химии можно производить вещества, которые делают пищу ядовитой или же более вкусной, и выращивать кристаллы, казалось бы, из ничего. Химия имеет

дело с цветным пламенем, жидкостями, что меняют цвет, и металлами, которые растекаются или воспламеняются. Неудивительно, что химия пленяла воображение людей на протяжении тысячелетий.

Химия изучает материю, из которой состоит Вселенная. Эта наука пытается объяснить, как и почему различные вещества взаимодействуют друг с другом и изменяются. Однако история химии началась задолго до того, как люди



Удивительная взрывная реакция натрия с водой — это совсем не то, что большинство людей ожидает от контакта металла с этой самой распространенной жидкостью на земле.



Ярко-голубая расцветка средневековых исламских плиток — это «заслуга» оксида кобальта.

стали реально понимать природу материи. Незнание основ отнюдь не мешало им использовать наблюдаемые свойства веществ. Наши предки заботливо собирали и применяли свои знания, не вписывая их ни в какие объяснительные или теоретические рамки. Впоследствии этот свод знаний и стал химией. Люди обнаружили, что некоторые вещества, добытые ими из недр земли, окрашивают глазурь в синий цвет, а обработка железа путем особой переплавки делает его ощутимо прочнее. Все было именно так, без попыток рационального объяснения наблюдений. Знания о химии

накапливались в традициях ремесленников и передавались сыновьям и внукам.

Первозлементы и частицы

Многие науки, в том числе и химия, зародились в культуре Древней Греции более 2500 лет назад. Именно тогда люди начали искать разумные объяснения явлениям природы, не удовлетворяясь больше сверхъестественными и мифическими толкованиями. Будучи метафизиками, греки стали вести «учет» окружающего их материального мира, подгоняя его под свои философские умозаключения.

Именно древние греки высказали первые предположения о том, что материя может состоять из первоэлементов, или стихий, и разделяться на крошечные частицы. Однако трактовка подобных предположений была далека от современной и

конкурировала с другими концепциями.

Древние греки подарили миру ряд блестящих идей об элементах и частицах и одними из первых в истории продемонстрировали образец научного мышления. И все же



Деятельность алхимиков сосредоточилась на попытках превратить неблагородные металлы в золото и серебро. Но, о чем свидетельствует и эта картина итальянского живописца Пьетро Лонги, обеспечение безопасности в XVIII в. оставалось на весьма низком уровне.

потребовалось более двух тысячелетий, прежде чем зародилась современная химия. Химия началась с алхимии, с поиска полумистического средства — так называемого философского камня, способного превращать неблагородные металлы в серебро и золото, а также даровать здоровье и даже бессмертие. При этом, несмотря на кажущееся сходство, алхимия не была магией, поскольку основывалась на достаточно глубоком знании химических веществ. Однако она опиралась на ложную интерпретацию, и это неизбежно заводило ее в тупик.

Химия

Даже когда во время научной революции XVII и XVIII вв. начала появляться реальная химия, многие ученые продолжали свои алхимические исследования, не видя никаких противоречий между новой химией и ее пока более распространенной предшественницей. В период раннего Нового времени часто именно это сочетание химии и алхимии называли одним словом «химия». Когда же появились современные модели атомов, элементов и молекулярных связей, алхимия и химия наконец расстались. Главное начинание алхимии, философский камень, оказалось нежизнеспособным, и об алхимии как науке пришлось забыть.

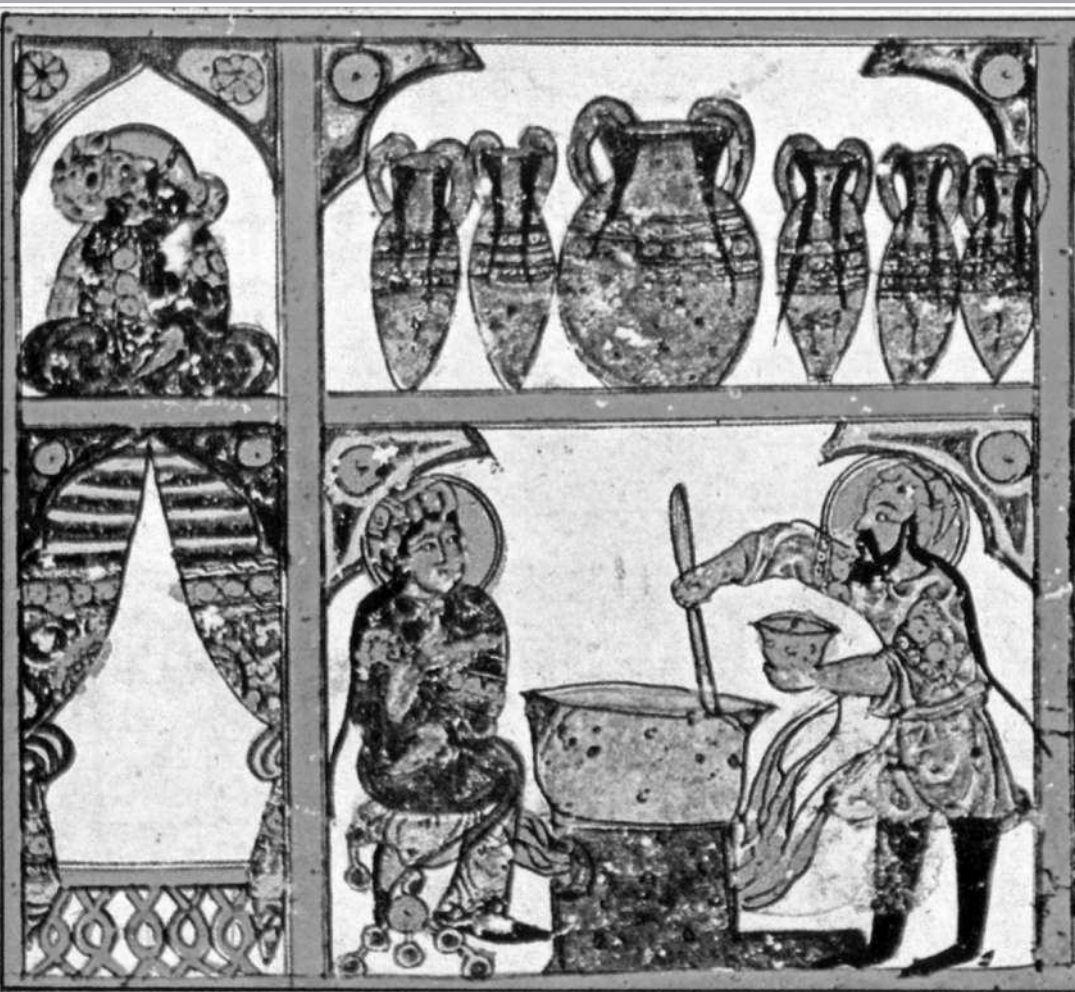
Вся история химии — это стремление понять и научиться использовать вещества окружающего нас мира. И пусть на первых порах с этим и были проблемы, даже упуская общую картину, первые химики активно заполняли полотно науки многочисленными деталями. И алхимики, и химики добились больших успехов в изучении раз-

личных веществ, в создании новых химических соединений, в разработке методов и оборудования, которые используются до сих пор, несмотря на то что теоретическая основа этих начинаний была совсем неправильной.

В центре внимания

С XVIII в. химики встали на правильный путь, в результате чего прогресс ускорился. Химия вступила в новый век с современным представлением о том, как объединяются атомы элементов, образуя химические связи. В тот момент стало ясно, как взаимодействуют химия, биология и физика. И химия заняла центральное место в общей истории наук, соединив, как цемент, другие дисциплины. Химики раскрыли тайны материи и уже могли объяснить и предсказать изменения, которые произойдут при нагревании, смешивании, рафинировании веществ и иных способах обращения с ними. Процессы, озадачивавшие их предшественников, в значительной степени получили достойные толкования.

Современная химия по-прежнему занимается преобразованием, но акцент сделан на понимании процессов. Она работает в тандеме с другими дисциплинами и состоит на службе у некоторых из них. Химия раскрывает нам природу веществ, в том числе наших собственных тел, и дает нам инструменты для создания новых материалов, соответствующих нашим растущим потребностям. Это огромная сила, способная превратить мир в хаос, поэтому мы обязаны использовать ее мудро.



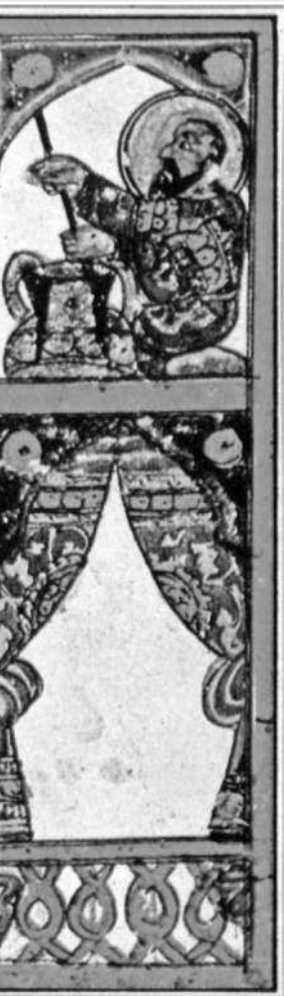
ХИМИЯ: ЗА ПОРОГОМ НАУКИ

Величайшей заслугой науки является поиск и дальнейшее развитие тех отрывочных истин, которые постигли древние.

Иоганн Вольфганг Гёте

Одна из наших отличительных черт — активное использование материалов, которые мы находим в природе.

С доисторических времен люди создают пигменты, инструменты, продукты питания, керамику, кирпичи, лекарства, духи и украшения, преобразуя то, что видят вокруг себя, в новые физические и химические формы. Мы начали делать это задолго до того, как появилось понятие химии как науки.



На протяжении тысячелетий необходимость изготовления лекарств была важным стимулом для прогресса в химии. На рисунке показаны персидские фармацевты XIII в. за работой.



Путешествие в доисторическую химию

Наши предки начали проводить химические исследования, когда открыли преобразующую силу огня, обнаружили растения и минералы и стали получать первые пигменты и лекарства. Нет сомнений, что эти находки были случайными и в ходе поисков люди обнаруживали не только полезные, но и довольно опасные вещества.

Древние люди использовали все богатства природы, открывая для себя и изменяя их свойства. Суть химии заключалась тогда, как, впрочем, и сейчас, в поиске способов преобразования материалов и использования их в чьих-либо интересах. Нетрудно представить, как наш предок эпохи палеолита обнаружил, что, если подержать палку в костре, ею можно оставить черные полосы на скале. Или: если дать мясу повисеть над огнем, оно станет более вкусным и мягким. Возможно, красящие пигменты обнаружили, когда кто-то случайно раздавил плод и тот оставил стойкое пятно. Но без присущего людям любопытства эти случайные наблюдения

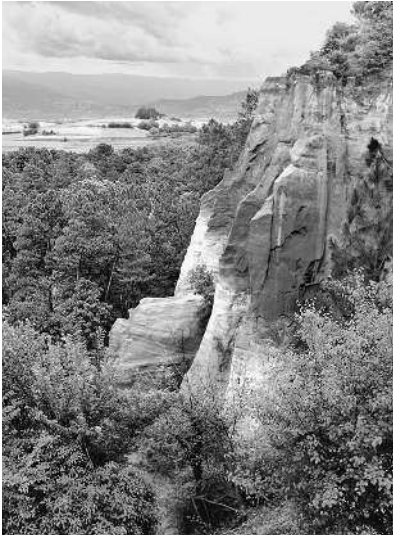
ни к чему бы не привели. Именно из-за своей любознательности наши предки нагревали комки земли с блестками и иногда извлекали из них металл. Из вязкой глины, которая в изобилии была у них под ногами, они лепили разные полезные вещи. Конечно, древних людей нельзя назвать учеными, зато слова «протоученые» и «протохимики», пожалуй, подходят. Эти люди не знали, да и откуда им было знать, как происходит трансформация веществ и почему последние меняют свойства. Но они исследовали их и использовали свои открытия так, как требовало время в определенный момент развития культуры и цивилизации.

Химия цветов

Люди издревле украшали то, что их окружало, — например, раскрашивали стены пещер, в которых жили. Находки археологов из пещеры Бломбос на южном побережье ЮАР свидетельствуют, что впервые красящие пигменты стали использовать около 70–100 тысяч лет назад. Там обнаружили два ингредиента для изготовления краски — охру и пережженные кости животных, которые первые художники просто перетирали вместе. Охра — природный пигмент, состоящий из кремнезема, глинозема (т. е. глины) и гётита — минерала с большим содержанием железа, что придает ему желтый, а точнее, оранжево-коричневый цвет. В основе других доисторических красок были углерод (обожженная древесина или кости), дающий черный цвет, и кальций (мел, или кальцит, т. е. карбонат кальция), дающий белый цвет. Существовали и другие минеральные пигменты,



Неолитические наскальные рисунки, сделанные 2500–4000 лет назад в Таиланде с использованием яркого красного пигмента



Охра со скал близ Руссильона (Франция) использовалась с доисторических времен. Ее первая современная добыча — для получения несмываемой краски — датируется 1780 г.

такие как умбра (богатая железом и марганцем естественная смесь), позволяющая получить мягкий кремовато-коричневый оттенок. Иногда минеральные пигменты находили в виде камней, и тогда ими можно было писать на стенах, как мелками. В иных случаях пигменты измельчались и смешивались с водой, соками растений, мочой, животным жиром, яичным белком или какой-либо другой жидкостью, которая испарялась или затвердевала после нанесения смеси на стену. По-видимому, самым ранним стимулом для разработки горных пород было именно извлечение минеральных пигментов, чтобы рисовать на стенах пещер или украшать тела. Люди преодолевали значительные расстояния, пытаясь добыть эти пигменты.

Пигменты, использовавшиеся для окрашивания тканей и украшения тела, часто имели растительную основу. Некоторые из них легко смывались водой, поэтому стойкость пигментов определяли экспериментальным путем. Стойкие пигменты особенно ценились для украшения тела.

От раннего палеолита до керамики

Ко времени неолита, т. е. около 10 тысяч лет назад, люди начали вести оседлый образ жизни и занялись обработкой пахотных земель. Вскоре они научились делать из глины горшки и обжигать их (иначе говоря, создавать керамические изделия) и приступили к работе с металлами. В обоих случаях люди использовали жар пламени и часто смешивали материалы, чтобы добиться изменения их свойств.

Печи для обжига керамики впервые появились примерно в 6000 г. до н. э., а цветная глазурь, придающая керамике устойчивый цвет, — в IV–III тысячелетиях до н. э. Процесс глазирования заключался в обмазывании горшка смесью из определенных минералов с песком и нагревании их до точки плавления. Такие глазури вполне могли быть получены случайно, поскольку медь плавилась в глиняных печах, и, так как она легко образует соединения, на поверхности камней или глине наверняка появлялась голубая глазурь.

Глина также использовалась для изготовления кирпичей, которые либо оставляли сушиться на солнце, либо запекали в печи. Для упрочнения глину часто смешивали с соломой.