НАУЧНЫЕ АСПЕКТЫ ИГРЫ

Таблица Менделеева

ОБЗОР НЕКОТОРЫХ КАРТ ЦЕЛЕЙ

В игре «Таблица Менделеева» вы исследуете определённые элементы, заканчивая на них своё передвижение. На открытых картах целей вы видите, какие элементы доступны для исследования. На каждой карте цели указаны элементы, объединённые общим применением или каким-то фактом. Одна из карт целей называется *«Мел, известняк, морские ракушки»*. Если вы последним держали в руках что-то из перечисленного (или любую другую форму карбоната кальция), вы становитесь первым игроком.

Лазер на парáх металлов *(He, Ag)*

Лазер — это особый вид источника света. Специфические свойства его излучения основаны на волнообразной природе света. Существуют различные типы лазеров. Указанный на этой карте лазер на парáх металлов используется при возбуждении флуоресценции, а также в микротехнологиях. Такой лазер работает на гелии и парáх серебра и производит особый ультрафиолетовый луч.

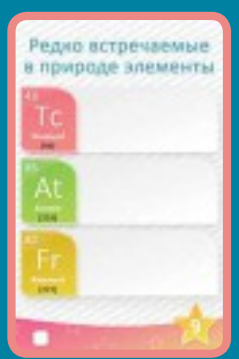
Британский металл *(Cu, Sn, Sb)*

Британский металл — сплав, состоящий в основном из олова (до 90 %) и сурьмы (до 10 %). Нередко содержит небольшое количество меди (до 2 %). В середине XIX века вошёл в обиход Англии. Из него изготавливали хозяйственную утварь (ложки, чайники, подсвечники и т. д.). Сердцевина статуэток «Оскар» изготавливалась из этого металла до 2016 года.

Мел, известняк, морские ракушки ($CaCO_3$) *(C, O, Ca)*

Мел и известняк — примеры химических соединений, называемых карбонатом кальция. Его химическая формула $CaCO_3$ означает, что в каждой молекуле соединения содержится 1 атом кальция, 1 атом углерода и 3 атома кислорода. Карбонат кальция растворяется в кислотах. Одно из последствий изменения климата — увеличение в атмосфере количества углекислого газа (двуокиси углерода). В результате он растворяется в океанах и повышает их кислотность. Карбонат кальция содержится в кораллах и раковинах моллюсков, поэтому возрастающая кислотность пагубно влияет на выживаемость этих организмов.

Редко встречаемые в природе элементы *(Tc, At, Fr)*



Большинство элементов вплоть до урана (элемент 92) встречаются во Вселенной в естественном виде. Элементы, следующие за ураном, чаще всего синтезируются человеком. Среди них есть несколько наиболее редких элементов, таких как технеций, астат и франций. Их очень трудно обнаружить в природе.

1. Введение в периодическую систему

Игра. В «Таблице Менделеева» вы будете пользоваться периодическими свойствами, чтобы передвигаться по периодической таблице и зарабатывать очки, исследуя определённые элементы. Периодическая таблица находится в центре игрового поля.

Наука. Атомы состоят из трёх элементарных частиц: протонов, нейтронов и электронов. Протоны — положительно заряженные частицы, электроны — отрицательно заряженные, а у нейтронов заряд отсутствует. Протоны и нейтроны составляют ядро атома, в то время как электроны находятся вне его. Химический элемент — это совокупность атомов, определяемая числом протонов в ядре (атомным числом).

Элементы периодической системы — основные составляющие всех окружающих нас химических реакций. Учёные используют периодическую систему для расположения химических элементов по свойствам, группируя вместе схожие элементы. Элементы в периодической системе располагаются в столбцах (группы) и рядах (периоды) в зависимости от свойств. Переходя от элемента к элементу внутри периода (слева направо), можно заметить, что атомное число каждого последующего элемента на единицу больше предыдущего.

2. История периодической системы

Игра. Версия периодической системы, служащая игровым полем, в настоящее время широко распространена в науке. Она — результат многих десятилетий научных исследований, и до сих пор её нижняя часть пополняется новыми, искусственно созданными тяжёлыми элементами.

Наука. Самая ранняя известная попытка объяснить устройство окружающего нас мира как множество простейших строительных блоков принадлежала древнегреческому философу Эмпедоклу (примерно в 450 году до н. э.). Он предположил наличие 4 «корней» всего сущего: землю (твёрдая фаза), воздух (газы), огонь (энергия) и воду (жидкости). Эта теория с некоторыми изменениями просуществовала почти два тысячелетия, став в итоге основой средневековой алхимии. Упадок алхимии и развитие современной химии произошли с открытиями всё новых и новых химических элементов в XVIII веке.

В 1817 году немецкий химик Иоганн Вольфганг Дёберейнер попытался классифицировать недавно открытые химические элементы. Он заметил, что определённые элементы имеют схожие физические и химические свойства. Дёберейнер свёл их в группы из трёх элементов (триады) и определил, что атомная масса второго элемента равна среднему арифметическому атомных масс первого и третьего элементов. Другие классификации химических элементов предложили в 1860-х годах Александр Эмиль Бегуйе де Шанкуртуа, Лотар Мейер, Уильям Одлинг и Джон Ньюлендс. Благодаря последнему в химии появился термин «периодичность».

Автором периодической системы считается Дмитрий Иванович Менделеев. Его таблица 1869 года заложила основу современной версии периодической системы. Менделеев расположил химические элементы по атомной массе и, подметив схожесть свойств определённых элементов, свёл их в группы (столбцы). В то время атомная масса элементов не всегда была точна. Для того чтобы некоторые элементы подошли к классификации, Менделеев исправил их атомную массу, предположив, что она была неверной. Также он оставил в таблице пустые клетки, где должны были разместиться ещё не открытые элементы. Позднее эти элементы действительно были открыты и обладали предсказанными свойствами. Способ классификации элементов, предложенный Менделеевым, дожил до наших дней благодаря тому, что его базовые принципы составили стройную систему, в которую легко вписывались будущие открытия и исправления старых ошибок.

Сейчас периодическая система основывается не на атомной массе, а на атомном числе. От элемента к элементу внутри периода (ряда) число протонов в ядрах элементов возрастает. Это открытие совершил в 1913 году английский физик Генри Мозли, наблюдавший атомы различных элементов под рентгеновским излучением. Как и Менделеев, он предсказал существование нескольких ещё не известных на тот момент элементов.

3. Устройство периодической системы

Игра. Устройство периодической системы обусловило появление в игре карт семейств элементов. Они также помогает объяснить периодические свойства, такие как атомное число, атомная масса, атомный радиус и энергия ионизации. С их помощью вы будете передвигаться по игровому полю.

Наука. Периодичность элементов со схожими физическими и химическими свойствами — не просто совпадение. Эти свойства зависят от расположения электронов вокруг ядра атома. Более того, всё устройство периодической системы тесно связано с их расположением.

Электроны обычно изображают вращающимися по орбитам вокруг ядра атома. Однако это сильное упрощение и оно имеет мало общего с движением планет вокруг Солнца. Электрон может оказаться в определённой точке рядом с ядром с той или иной вероятностью. Поскольку распределение этих вероятностей не является орбитами в планетарном смысле, учёные назвали их атомными орбиталями. Атомные орбитали также связаны с определёнными свойствами, например дискретными уровнями энергии. Как оказалось, не более двух электронов могут занимать одну орбиталь, что нашло отражение в общем правиле квантовой механики — принципе запрета Паули. Этим же принципом применительно к орбиталям объясняется и то, почему каждый ряд периодической системы должен состоять из чётного числа элементов.

В конечном итоге периодичность системы Менделеева обусловлена числом электронов, необходимых для заполнения каждой электронной оболочки атома (которая, в свою очередь, представляет собой совокупность орбиталей с одинаковыми энергией и размером), а также повторяющихся множеств орбиталей по мере заполнения новых оболочек. Структура периодической системы, некоторые ряды которой содержат пробелы в центральной части, также объясняется особенностями атомных орбиталей, поскольку электронные оболочки с большей энергией вмещают большее число орбиталей.

Два отдельных ряда в нижней части периодической системы — это лантаноиды и актиноиды. На игровом поле они не представлены.

4. Информация в периодической системе

Игра. В игре «Таблица Менделеева» вам предстоит различными способами передвигаться по периодической системе, чтобы исследовать новые элементы и достигать целей. Два из этих способов связаны с изменением атомного числа и атомной массы, поэтому важно уметь находить эти показатели в периодической системе.

Наука. В каждой клетке периодической системы на игровом поле содержится информация об элементе. Одна или две латинские буквы в центре клетки — это химический символ элемента, используемый для краткого обозначения. Под этим символом указано название элемента. Число в левом верхнем углу клетки — атомное число (количество протонов в ядре). Под названием элемента указана его атомная масса.

Все атомы одного элемента содержат одинаковое число протонов, однако в некоторых из этих атомов находится различное число нейтронов. Подобные отличающиеся друг от друга формы одного и того же элемента называются изотопами. У большинства элементов доля изотопов, встречающихся в природе, постоянна. Атомная масса элемента в периодической системе отражает среднюю массу его изотопов. В игре приводятся значения атомных масс с 5 значащими цифрами, утверждённые Международным союзом теоретической и прикладной химии (ИЮПАК). Для некоторых элементов с единственным существующим изотопом атомная масса определена с намного большей точностью, нежели приводится в игре; у других же элементов большое количество изотопов, поэтому их атомная масса указана менее чем с 5 значащими цифрами.

5. Периодические свойства

Игра. Вам предстоит передвигаться по периодической системе с помощью нескольких периодических свойств. Уменьшая или увеличивая атомное число, атомную массу, энергию ионизации и атомный радиус, вы будете двигаться влево, вправо, вверх и вниз по игровому полю, останавливаясь на каком-либо элементе.

Наука. Все периодические свойства, используемые в игре, объясняются притяжением между ядром атома и его электронами, а также числом электронов в оболочке. Большее число положительно заряженных протонов в ядре создаёт более сильное притяжение между отрицательно заряженными электронами и ядром. Электроны во внешних оболочках защищены от положительного заряда ядра электронами, которые находятся к нему ближе. Чем сильнее электроны притянуты к ядру, тем сложнее их убрать оттуда (требуется больше энергии ионизации) и тем меньше атомный радиус элемента. Таким образом, энергия ионизации возрастает внутри периода, в то время как размер уменьшается.

Чем ниже расположены элементы одной группы в периодической системе, тем дальше от их ядра находятся электроны в оболочках. Следовательно, у этих элементов больший атомный радиус. Чем правее расположен элемент внутри периода, тем меньше у него атомный радиус, поскольку электроны располагаются всё ближе и ближе друг к другу благодаря более сильному притяжению к ядру, в то время как число протонов увеличивается.

Энергия ионизации показывает, насколько внешние электроны привязаны к ядру. Она возрастает внутри периода слева направо, поскольку благодаря дополнительным протонам происходит большее увеличение энергии притяжения к ядру, нежели отталкивания от других электронов. Эта энергия уменьшается по мере продвижения по периодической системе вниз внутри группы элементов, поскольку внешние электроны находятся в оболочках дальше от ядра, и, как следствие, притяжение ядра уменьшается.

6. Группы, блоки и другие категории классификации элементов

Игра. Периодическая система делится на несколько групп (столбцы), блоков (ряд столбцов) и других классификаций, объединяющих схожие элементы. Одна из частей игры — шкала семейств элементов. В начале партии каждый игрок выставляет микроскоп на одну из карт семейства элементов. Заканчивая свой ход на любом элементе, входящем в семейство элементов со следующей карты, он продвигается по шкале семейств элементов и получает очки.

Наука. Периодическая система состоит из 18 столбцов. Их называют группами. Элементы одной группы обычно обладают схожими свойствами. Группы элементов с одинаковыми атомными орбиталями называются блоками. Элементы в периодической системе объединяются и по другим категориям, основанным на их схожести (например, семейство элементов «Щелочные металлы»).

Щелочные металлы входят в 1-ю группу (столбец) элементов периодической системы. Хотя водород находится в 1-й группе (у него, как и других элементов этой группы, всего 1 электрон в самой дальней от ядра оболочке), он не считается щелочным металлом, поскольку не обладает свойствами металлов.

Щелочные металлы обычно серебристо-серого цвета и образуют ионы с зарядом 1+. Кроме того, они слишком мягки для металлов: натрий и вовсе можно резать тупым ножом!

Щелочные металлы хорошо известны благодаря другому химическому свойству — взаимодействию с водой. В результате реакции щелочного металла с водой образуется водород и раствор щёлочи. Такая реакция высвобождает достаточное количество тепла для воспламенения водорода и поэтому со стороны выглядит так, будто металл горит!

Щёлочноземельные металлы входят во 2-ю группу периодической системы. Эти элементы образуют ионы с зарядом 2+. Их свойства похожи на свойства щелочных металлов, но в отличие от них они не так активны. Поэтому они не горят в воде. Щёлочноземельные металлы чуть более твёрдые, чем щелочные, и у них более высокая температура плавления. У этих металлов серебристо-белый цвет.

Переходные металлы входят в группы с 3-й по 12-ю. К ним относятся такие драгоценные металлы, как золото и серебро. Переходные металлы отличаются от других металлов в периодической системе расположением электронов. Их внешние электроны образуют подоболочку, которая может состоять из большего числа электронов, чем электронные оболочки у щелочных и щёлочноземельных металлов. Благодаря ей эти элементы обладают уникальными свойствами.

Например, у них более широкий спектр степеней окисления по сравнению с другими элементами периодической системы. Степень окисления показывает, каков элемент при образовании соединения или при ионизации: нейтрален (0), богат электронами (отрицательный) или беден электронами (положительный). Переходные металлы могут образовывать цветные соединения и обладают свойствами проводников благодаря своей способности связывать между собой слои других металлов. Обычно у них высокая плотность, точка плавления и точка кипения. Их широкий спектр степеней окисления и способность образовывать соединения с другими молекулами позволяет использовать их как катализаторы. Это означает, что они способствуют протеканию реакций, но сами в процессе не меняются, а значит, могут участвовать в них неоднократно. У некоторых из этих элементов, таких как кобальт, никель и железо, есть непарные электроны, придающие им магнетические свойства.

Постпереходные металлы находятся между переходными металлами и металлоидами. К ним относятся галлий, индий, таллий, олово, свинец и висмут. Иногда эти металлы из 12-й группы называют постпереходными металлами. Хотя это название достаточно широко распространено, оно не было официально признано Международным союзом теоретической и прикладной химии (ИЮПАК). Эти металлы обычно более мягкие по сравнению с переходными металлами.

К **металлоидам** относятся бор, кремний, германий, мышьяк, сурьма и теллур. Металлоиды иногда называют полуметаллами. Эти элементы выглядят как металлы, но они более хрупкие и весьма посредственно проводят электричество. Благодаря своей полупроводниковой природе эти элементы, особенно кремний и германий, широко используются в современной электронике и являются основным компонентом микрочипов.

Неметаллы — это элементы 15-й и 16-й групп. У элементов 15-й группы степень окисления обычно составляет –3, а у элементов 16-й группы — –2. Некоторые из неметаллов (например, азот и кислород) представляют собой бесцветные газы без запаха. Остальные имеют твёрдую форму при комнатной температуре.

Галогены находятся в 17-й группе и образуют ионы с зарядом –1. «Галоген» означает «образующий соль». Пищевая соль состоит из натрия (щелочной металл) и хлора (галоген). Чем ниже расположен галоген в периодической системе, тем выше у него точка плавления и точка кипения. Первые два элемента 17-й группы — фтор и хлор — представляют собой газы бледно-жёлтого и желтовато-зелёного цвета соответственно. За ними следует бром — один из всего двух элементов, представляющих собой жидкость при комнатной температуре. Иод имеет твёрдую форму, которая в процессе возгонки (перехода вещества из твёрдой формы в газообразную, минуя жидкую) превращается в тёмно-фиолетовый газ при небольшом нагреве.

Благородные газы — это 18-я группа периодической системы. Эти элементы когда-то были названы инертными газами из-за того, что ни с чем не вступали в реакцию. Для гелия и неона это до сих пор справедливо, однако остальные благородные газы всё же могут участвовать в небольшом количестве химических реакций. Неон наряду с другими газами используется в освещении. Жидкий гелий — неотъемлемый охладитель в научном и медицинском оборудовании (например, в аппарате для магнитно-резонансной томографии). Один из ярких примеров его использования — Большой адронный коллайдер (БАК) в Европейской организации по ядерным исследованиям (ЦЕРН), представляющий собой кольцевой ускоритель заряженных частиц длиной 27 км. Для его охлаждения требуется 96 т жидкого гелия!

АВТОРЫ, РЕДАКТОРЫ И РЕЦЕНЗЕНТЫ

Т. Р. Эпплтон, Жиль Ван ден Берге, Кристин Кейд, Бен Дейви, Конор Дэвис, Леонард Деморанвилль (кандидат наук), Йенс Гриммель (кандидат наук), Мелисса Ходжес, Адам Крафт (магистр наук), Кристофер Латкоци, Эйтан Медженс, Мэтью Онимус, Холли Палмер, М. Тереза Кирос, Роб Северинсен, Мартин Веро (кандидат наук)

ОСОБАЯ БЛАГОДАРНОСТЬ

Конор Дэвис, Леонард Деморанвилль (кандидат наук), Йенс Гриммель (кандидат наук), Адам Крафт (магистр наук), Эйтан Медженс, Мартин Веро (кандидат наук)

This document was created with the Win2PDF “print to PDF” printer available at
http://www.win2pdf.com

This version of Win2PDF 10 is for evaluation and non-commercial use only.

This page will not be added after purchasing Win2PDF.

http://www.win2pdf.com/purchase/