

НАУКОВІ АСПЕКТИ ГРИ



Гра елементів



ОГЛЯД ДЕЯКИХ КАРТ ЦІЛЕЙ

У грі «Periodic: Гра елементів» ви досліджуєте певні елементи, закінчуючи на них своє переміщення. На відкритих картах цілей ви бачите, які елементи доступні для дослідження. На кожній карті цілі вказані елементи, об'єднані звичним застосуванням або певним фактом. Одна з карт цілей називається «Крейда, вапняк, морські мушлі». Якщо ви останнім з усіх тримали в руках щось із вказаного (або будь-яку іншу форму карбонату кальцію), ви стаєте першим гравцем.

Лазер на парах металів **He, Ag**

Лазер – це особливий вид джерела світла. Специфічні властивості його випромінювання ґрунтуються на хвилеподібній природі світла. Існують різні типи лазерів. Вказаний на цій карті лазер на парах металів використовується при збудженні флуоресценції, а також у мікротехнологіях. Такий лазер працює на гелії та парах срібла і виробляє особливий ультрафіолетовий промінь.



Британський метал **Cu, Sn, Sb**

Британський метал – сплав, що складається здебільшого з олова (до 90%) і сурми (до 10%). Часто містить невелику кількість міді (до 2%). У середині XIX століття увійшов у побут Англії. З нього виготовляли господарське начиння (ложки, чайники, свічники тощо). Осердя статуеток кінопремії «Оскар» виготовлялося з цього металу до 2016 року.



Крейда, вапняк, морські мушлі (CaCO_3) **C, O, Ca**

Крейда і вапняк – приклади хімічних сполук, які називаються карбонатом кальцію. Його хімічна формула CaCO_3 означає, що в кожній молекулі сполуки міститься 1 атом кальцію, 1 атом карбону і 3 атоми кисню. Карбонат кальцію розчиняється в кислотах. Один із наслідків зміни клімату – збільшення в атмосфері кількості вуглекислого газу (діоксиду карбону). Як наслідок – він розчиняється в океанах і підвищує їхню кислотність. Карбонат кальцію міститься в коралах і мушлях молюсків, тому зростаюча кислотність згубно впливає на виживання цих організмів.



Елементи, які рідко зустрічаються у природі **Tc, At, Fr**

Більшість елементів аж до урану (елемент 92) зустрічаються у Всесвіті в природному вигляді. Елементи, які йдуть після урану, найчастіше синтезуються людиною. Серед них є кілька найбільш рідкісних елементів, як-от технецій, астат і францій. Їх дуже важко знайти в природі.



1. ВСТУП ДО ПЕРІОДИЧНОЇ СИСТЕМИ

Гра. В «Periodic: Гра елементів» ви використовуватимете періодичні властивості, щоб пересуватися періодичною таблицею та отримувати переможні бали, досліджуючи певні елементи. Періодична таблиця знаходиться в центрі ігрового поля.

Наука. Атоми складаються з трьох елементарних частинок: протонів, нейтронів та електронів. Протони – позитивно заряджені частинки, електрони – негативно заряджені, а у нейтронів заряд відсутній. Протони і нейтрони складають ядро атома, тоді як електрони перебувають поза ним. Хімічний елемент – це сукупність атомів, що визначається кількістю протонів у ядрі (атомним номером).

Елементи періодичної системи – основні складові всіх оточуючих нас хімічних реакцій. Вчені використовують періодичну систему для розташування хімічних елементів за властивостями, групуючи разом схожі елементи. Елементи в періодичній системі розташовуються в стовпцях (групи) і рядках (періоди) залежно від властивостей. Переходячи від елемента до елемента в межах періоду (зліва направо), можна помітити, що атомний номер кожного наступного елемента на одиницю більший за попередній.



2. ІСТОРІЯ ПЕРІОДИЧНОЇ СИСТЕМИ

Гра. Версія періодичної системи, яка служить ігровим полем, нині широко розповсюджена в науці. Вона – результат багатьох десятиліть наукових досліджень, а її нижня частина досі поповнюється новими, штучно створеними важкими елементами.



Наука. Найбільш рання відома спроба пояснити будову світу, що нас оточує, як безліч простих будівельних блоків, належала давньогрецькому філософу Емпедоклу (близько 450 року до н. е.). Він припустив наявність 4 “коренів” всього суцього: землі (тверда фаза), повітря (гази), вогню (енергія) і води (рідини). Ця теорія з деякими змінами проіснувала майже два тисячоліття, ставши в підсумку основою середньовічної алхімії. Занепад алхімії та розвиток сучасної хімії відбулися разом із відкриттями все нових і нових хімічних елементів у XVIII столітті.

У 1817 році німецький хімік Йоганн Вольфганг Деберайнер спробував класифікувати нещодавно відкриті хімічні елементи. Він помітив, що деякі елементи мають схожі фізичні та хімічні властивості. Деберайнер розташував їх у групах із трьох елементів (тріадах) і визначив, що атомна маса другого елемента приблизно дорівнює середньому арифметичному атомних мас першого та третього елементів. Інші класифікації хімічних елементів запропонували в 1860-х роках Олександр Еміль Бегуйе де Шанкуртуа, Лотар Маєр, Вільям Одлінг і Джон Ньюлендс. Саме завдяки останньому з них у хімії з'явився термін «періодичність».

Автором періодичної системи вважається Дмитро Іванович Менделєєв. Його таблиця 1869 року заклала основу сучасної версії періодичної системи. Менделєєв розташував хімічні елементи згідно атомної маси i , помітивши схожість властивостей певних елементів, звів їх у групи (стовпці). У ті часи атомна маса елементів не завжди була точною. Для того щоб деякі елементи відповідали класифікації, Менделєєв виправив їхню атомну масу, припустивши, що вона була неправильною. Також він залишив у таблиці порожні клітинки, де повинні були розміститися ще не відкриті елементи. Пізніше ці елементи дійсно були відкриті і мали передбачені властивості. Метод класифікації елементів, запропонований Менделєєвим, все ще використовується в наш час завдяки тому, що його базові принципи склали чітку та послідовну систему, в яку легко вписувалися і майбутні відкриття, і виправлення старих помилок.

Зараз періодична система ґрунтується не на атомній масі, а на атомному номері. Від елемента до елемента всередині періоду (рядка) кількість протонів у ядрах елементів зростає. Це відкриття зробив у 1913 році англійський фізик Генрі Мозлі, який спостерігав за атомами різних елементів під рентгенівським випромінюванням. Як і Менделєєв, він передбачив існування декількох ще не відомих на ту мить елементів.

3. СТРУКТУРА ПЕРІОДИЧНОЇ СИСТЕМИ

Гра. Структура періодичної системи зумовила появу у грі карт сімейств елементів. Вони також допомагають пояснити періодичні властивості, як-от атомний номер, атомну масу, атомний радіус і енергію іонізації. З їхньою допомогою ви будете переміщатися ігровим полем.

Наука. Періодичність елементів зі схожими фізичними та хімічними властивостями – не просто збіг. Ці властивості залежать від розташування електронів навколо ядра атома. Ба більше, вся структура періодичної системи тісно пов'язана з їхнім розташуванням.

На ілюстраціях електрони зазвичай обертаються орбітами навколо ядра атома. Однак це сильне спрощення, яке має мало спільного з рухом планет навколо Сонця. Електрон може опинитися в певній точці поруч із ядром з тією чи іншою ймовірністю. Оскільки розподіл цих ймовірностей не є орбітами в планетарному сенсі, вчені назвали їх атомними орбіталями. Атомні орбіталі також пов'язані з певними властивостями, наприклад, дискретними рівнями енергії. Як виявилось, не більше двох електронів можуть займати одну орбіталь, що відображено в загальному правилі квантової механіки – принципі заборони Паулі. Цим же принципом стосовно орбіталей пояснюється і те, чому кожен рядок періодичної системи повинен складатися з парної кількості елементів.

В кінцевому підсумку періодичність системи Менделєєва обумовлена кількістю електронів, необхідних для заповнення кожної електронної оболонки атома (яка, зі свого боку, є сукупністю орбіталей з однаковими енергією та розміром), а також повторюваних множин орбіталей по мірі заповнення нових оболонок. Структура періодичної системи, деякі рядки якої містять проміжки в центральній частині, також пояснюється особливостями атомних орбіталей, оскільки електронні оболонки з більшою енергією вміщують більшу кількість орбіталей.

Два окремі рядки в нижній частині періодичної системи – це лантаноїди і актиноїди. На ігровому полі вони не представлені.



4. ІНФОРМАЦІЯ В ПЕРІОДИЧНІЙ СИСТЕМІ

Гра. У грі «Periodic: Гра елементів» вам потрібно різними способами переміщатися періодичною системою, щоб досліджувати нові елементи і досягати цілей. Два з цих способів пов'язані зі зміною атомного номера й атомної маси, тому важливо вміти знаходити ці показники в періодичній системі.

Наука. У кожній клітинці періодичної системи на ігровому полі міститься інформація про елемент. Одна або дві латинські літери в центрі клітинки – це хімічний символ елемента, який використовується для короткого позначення. Під цим символом вказана назва елемента. Число в лівому верхньому куті клітинки – атомний номер (кількість протонів у ядрі). Під назвою елемента вказана його атомна маса.

Атомний номер >	8
Символ >	O
Назва >	Оксиген (Кисень)
Атомна маса >	15.999

Всі атоми одного елемента містять однакову кількість протонів, проте в деяких з цих атомів перебуває різна кількість нейтронів. Такі різновиди того самого елемента, які відрізняються один від одного кількістю нейтронів, називаються ізотопами. У більшості елементів частка ізотопів, що зустрічаються в природі, постійна. Атомна маса елемента в періодичній системі відображає середню масу його ізотопів. У грі наводяться значення атомних мас із 5 значущими цифрами, затверджені Міжнародним союзом фундаментальної та прикладної хімії (IUPAC). Для деяких елементів з єдиним існуючим ізотопом атомна маса визначена з набагато більшою точністю, ніж наводиться у грі; натомість у інших елементів велика кількість ізотопів, тому їхня атомна маса вказана менш ніж із 5 значущими цифрами.

5. ПЕРІОДИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ

Гра. Вам потрібно переміщатися періодичною системою за допомогою декількох періодичних властивостей. Зменшуючи або збільшуючи атомний номер, атомну масу, енергію іонізації та атомний радіус, ви будете рухатися вліво, вправо, вгору і вниз ігровим полем, зупиняючись на якомусь елементі.

Наука. Всі періодичні властивості, які використовуються в грі, пояснюються притяганням між ядром атома і його електронами, а також кількістю електронів в оболонці. Більша кількість позитивно заряджених протонів у ядрі створює більш сильне притягання між негативно зарядженими електронами та ядром. Електрони в зовнішніх оболонках захищені від позитивного заряду ядра електронами, які знаходяться ближче до нього. Що сильніше електрони притягаються до ядра, то складніше їх прибрати звідти (потрібно більше енергії іонізації) і то менший атомний радіус елемента. Таким чином, енергія іонізації зростає всередині періоду, в той час як розмір зменшується.

Що нижче розташовані елементи однієї групи в періодичній системі, то далі від їхнього ядра знаходяться електрони в оболонках. Отже, у цих елементів більший атомний радіус. Що правіше розташований елемент всередині періоду, то менший у нього атомний радіус, оскільки електрони розташовуються все ближче і ближче один до одного завдяки більш сильному притяганню до ядра, в той час як кількість протонів збільшується.

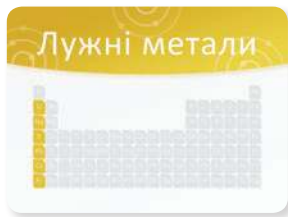
Енергія іонізації показує, наскільки зовнішні електрони прив'язані до ядра. Вона зростає всередині періоду зліва направо, оскільки завдяки додатковим протонам відбувається сильніше збільшення енергії притягання до ядра, аніж відштовхування від інших електронів. Ця енергія зменшується по мірі просування періодичною системою вниз всередині групи елементів, оскільки зовнішні електрони перебувають в оболонках далі від ядра, і, як наслідок, їхнє притягання до ядра зменшується.



6. ГРУПИ, БЛОКИ ТА ІНШІ КАТЕГОРІЇ КЛАСИФІКАЦІЇ ЕЛЕМЕНТІВ

Гра. Періодична система ділиться на кілька груп (стовпців), блоків (низка стовпців) та інших категорій класифікації, які об'єднують схожі елементи. Одна з частин гри – шкала сімейств елементів. На початку партії кожен гравець виставляє мікроскоп на одну з карт сімейства елементів. Закінчуючи свій хід на будь-якому елементі, що входить в сімейство елементів з цієї карти, він рухається шкалою сімейств елементів і отримує переможні бали!

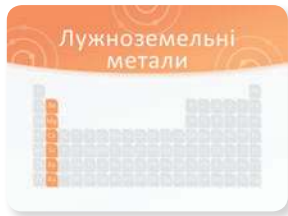
Наука. Періодична система складається з 18 стовпців. Їх називають групами. Елементи однієї групи зазвичай мають схожі властивості. Групи елементів з однаковими атомними орбіталями називаються блоками. Елементи в періодичній системі об'єднуються і за іншими категоріями, що ґрунтуються на їхній подібності (наприклад, сімейство елементів «Лужні метали»).



Лужні метали входять до 1-ї групи (стовпця) елементів періодичної системи. Хоча водень також знаходиться в 1-й групі (у нього, як і у решти елементів цієї групи, всього 1 електрон у найвіддаленішій від ядра оболонці), він не вважається лужним металом, оскільки не має властивостей металів.

Лужні метали зазвичай сріблясто-сірого кольору й утворюють іони із зарядом $1+$. Крім того, вони занадто м'які для металів: натрій, наприклад, взагалі можна різати ножом, немов вершкове масло.

Лужні метали добре відомі завдяки іншій хімічній властивості – взаємодії з водою. Унаслідок реакції лужного металу з водою утворюється водень і розчин луку. Така реакція вивільняє кількість тепла, достатню для займання водню, тому збоку виглядає так, ніби метал горить.



Лужноземельні метали входять до 2-ї групи періодичної системи. Ці елементи утворюють іони із зарядом $2+$. Їхні властивості схожі на властивості лужних металів, але на відміну від них вони не такі активні, тому не горять у воді. Лужноземельні метали трохи твердіші, ніж лужні, і у них вища температура плавлення. У цих металів сріблясто-білий колір.

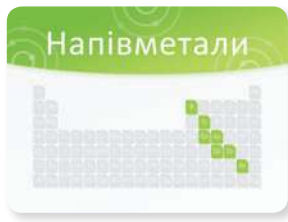


Перехідні метали входять до груп з 3-ї по 12-у. До них відносяться такі дорогоцінні метали, як золото та срібло. Перехідні метали відрізняються від інших металів у періодичній системі розташуванням електронів. Їхні зовнішні електрони утворюють підоболонку, яка може складатися з більшої кількості електронів, ніж електронні оболонки у лужних і лужноземельних металів. Завдяки їй ці елементи мають унікальні властивості.

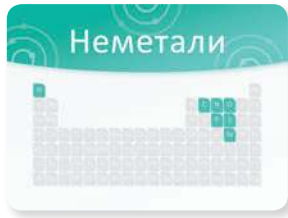
Наприклад, у них ширший спектр ступенів окиснення порівнюючи з іншими елементами періодичної системи. Ступінь окиснення показує, яким є елемент при утворенні сполуки або при іонізації: нейтральним (0), багатим на електрони (негативним) або бідним на електрони (позитивним). Перехідні метали можуть утворювати кольорові сполуки і мають властивості провідників завдяки своїй здатності зв'язувати між собою шари інших металів. Зазвичай у них високі щільність, точка плавлення та точка кипіння. Їхній широкий спектр ступенів окиснення і здатність утворювати сполуки з іншими молекулами дозволяють використовувати їх як каталізатори. Це означає, що вони сприяють протіканню реакцій, але самі в процесі не змінюються, отже, можуть брати участь у них неодноразово. У деяких із цих елементів, як-от кобальту, нікелю і феруму, є непарні електрони, які надають їм магнітні властивості.



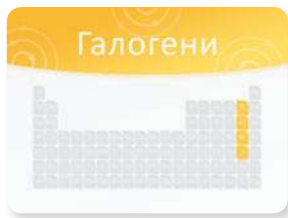
Постперехідні метали знаходяться між перехідними металами та напівметалами. До них належать галій, індій, талій, станум, плюмбум і бісмут. Хоча назва «Постперехідні метали» досить поширена, проте вона не була офіційно визнана Міжнародним союзом фундаментальної та прикладної хімії (IUPAC). Ці метали зазвичай більш м'які порівнюючи з перехідними металами.



До **напівметалів** належать бор, силіцій, германій, арсен, стибій і телур. Напівметали також називають металоїдами. Ці елементи виглядають як метали, але вони більш крихкі та досить посередньо проводять електрику. Завдяки своїй напівпровідниковій природі напівметали, особливо силіцій і германій, широко використовуються в сучасній електроніці і є основним компонентом мікросхем.



Неметали – це елементи 15-ї та 16-ї груп. У елементів 15-ї групи ступінь окиснення зазвичай становить -3 , а у елементів 16-ї групи – -2 . Деякі з неметалів (наприклад, нітроген та кисень) утворюють безбарвні гази без запаху. Решта мають тверду форму при кімнатній температурі.



Галогени знаходяться в 17-й групі й утворюють іони з зарядом -1 . «Галоген» означає «утворює сіль». Харчова сіль складається з натрію (лужний метал) і хлору (галоген). Що нижче розташований галоген в періодичній системі, то вище у нього точка плавлення та точка кипіння. Перші два елементи 17-ї групи – флуор і хлор – це гази блідо-жовтого та жовтувато-зеленого кольорів відповідно. За ними йде бром – один із всього двох елементів, що є рідиною при кімнатній температурі. Йод знаходиться в твердому стані, а під час нагрівання сублімується (переходить із твердого стану в газоподібний, оминаючи рідку фазу) і утворює темно-фіолетовий газ.



Благородні гази – це 18-я група періодичної системи. Ці елементи колись були названі інертними газами, тому що ні з чим не вступали в реакцію. Для гелію та неону це досі справедливо, проте інші благородні гази все-таки можуть брати участь у невеликій кількості хімічних реакцій. Неон разом з іншими газами використовується в освітленні. Рідкий гелій – неодмінний охолоджувач у науковому та медичному обладнанні (наприклад, в апараті для магнітно-резонансної томографії). Один з яскравих прикладів його використання – Великий адронний колайдер (БАК) у Європейському центрі ядерних досліджень (CERN), що являє собою кільцевий прискорювач заряджених частинок довжиною 27 км. Для його охолодження потрібно 96 тонн рідкого гелію.

АВТОРИ, РЕДАКТОРИ ТА РЕЦЕНЗЕНТИ

Т. Р. Епплтон, Жиль Ван ден Берге, Крістін Кейд, Бен Дейві, Конор Девіс, Леонард Деморанвіль (кандидат наук), Йенс Гріммель (кандидат наук), Мелісса Ходжес, Адам Крафт (магістр наук), Крістофер Латкоці, Ейтан Медженс, Метью Онімус, Холлі Палмер, М. Тереза Кірос, Роб Северінсен, Мартін Веро (кандидат наук).

ОСОБЛИВА ПОДЯКА

Конор Девіс, Леонард Деморанвіль (кандидат наук), Йенс Гріммель (кандидат наук), Адам Крафт (магістр наук), Ейтан Медженс, Мартін Веро (кандидат наук).