

Впізнай елемент за

Катерина Нікішова

особливими прикметами

Виявляється, є періодична система хімічних елементів, яка слугує справжнім портфоліо для їхніх простих речовин. Розглянувши її, можна виокремити деякі деталі зовнішнього вигляду цих речовин за нормальних умов.

Перш за все, майже 75 % простих речовин за нормальних умов тверді. Серед металів лише ртуть є рідиною. Ти можеш впевнитися у цьому, поглянувши у комірку номер 80 таблиці. Там зображено сріблясто-білу рідину у скляній посудині. Ця рідина має велику питому вагу і велику густину. Вперше масу ртуті 1627 року виміряв Роберт Бойль,

1	2											13	14	15	16	17	18																														
1  ¹ 1H												 ⁵ 10B	 ⁶ 12C	 ⁷ 14N	 ⁸ 16O	 ⁹ 19F	 ¹⁰ 20Ne																														
2  ³ 7Li	 ⁴ 9Be											 ¹³ 27Al	 ¹⁴ 28Si	 ¹⁵ 31P	 ¹⁶ 32S	 ¹⁷ 35.5Cl	 ¹⁸ 39.9Ar																														
3  ¹¹ 23Na	 ¹² 24Mg	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12																																				
4  ¹⁹ 39K	 ²⁰ 40Ca	 ²¹ 45Sc	 ²² 47.9Ti	 ²³ 50.9V	 ²⁴ 52Cr	 ²⁵ 54.9Mn	 ²⁶ 55.8Fe	 ²⁷ 58.9Co	 ²⁸ 58.7Ni	 ²⁹ 63.5Cu	 ³⁰ 65.4Zn	 ³¹ 69.7Ga	 ³² 72.6Ge	 ³³ 74.9As	 ³⁴ 78.9Se	 ³⁵ 79.9Br	 ³⁶ 83.8Kr																														
5  ³⁷ 85.5Rb	 ³⁸ 87.6Sr	 ³⁹ 88.9Y	 ⁴⁰ 91.2Zr	 ⁴¹ 92.9Nb	 ⁴² 95.9Mo	 ⁴³ 98Tc	 ⁴⁴ 101.1Ru	 ⁴⁵ 102.9Rh	 ⁴⁶ 106.4Pd	 ⁴⁷ 107.9Ag	 ⁴⁸ 112.4Cd	 ⁴⁹ 114.8In	 ⁵⁰ 118.7Sn	 ⁵¹ 121.8Sb	 ⁵² 127.6Te	 ⁵³ 126.9I	 ⁵⁴ 131.3Xe																														
6  ⁵⁵ 132.9Cs	 ⁵⁶ 137.3Ba	 ⁵⁷ 138.9La	 ⁷² 178.5Hf	 ⁷³ 180.9Ta	 ⁷⁴ 183.8W	 ⁷⁵ 186.2Re	 ⁷⁶ 190.2Os	 ⁷⁷ 192.2Ir	 ⁷⁸ 195.1Pt	 ⁷⁹ 197Au	 ⁸⁰ 200.6Hg	 ⁸¹ 204.4Tl	 ⁸² 207.2Pb	 ⁸³ 208.98Bi	 ⁸⁴ 209Po	 ⁸⁵ 210At	 ⁸⁶ 222Rn																														
7  ⁸⁷ 223Fr	 ⁸⁸ 226Ra	 ⁸⁹ 227Ac	 ¹⁰⁴ 264Ku	 ¹⁰⁵ 265Ha																																											
<table><tr><td> ⁵⁷La</td><td> ⁵⁸Ce</td><td> ⁵⁹Pr</td><td> ⁶⁰Nd</td><td> ⁶¹Pm</td><td> ⁶²Sm</td><td> ⁶³Eu</td><td> ⁶⁴Gd</td><td> ⁶⁵Tb</td><td> ⁶⁶Dy</td><td> ⁶⁷Ho</td><td> ⁶⁸Er</td><td> ⁶⁹Tm</td><td> ⁷⁰Yb</td><td> ⁷¹Lu</td></tr><tr><td> ⁸⁹Ac</td><td> ⁹⁰Th</td><td> ⁹¹Pa</td><td> ⁹²U</td><td> ⁹³Np</td><td> ⁹⁴Pu</td><td> ⁹⁵Am</td><td> ⁹⁶Cm</td><td> ⁹⁷Bk</td><td> ⁹⁸Cf</td><td> ⁹⁹Es</td><td> ¹⁰⁰Fm</td><td> ¹⁰¹Md</td><td> ¹⁰²No</td><td> ¹⁰³Lr</td></tr></table>																		 ⁵⁷ La	 ⁵⁸ Ce	 ⁵⁹ Pr	 ⁶⁰ Nd	 ⁶¹ Pm	 ⁶² Sm	 ⁶³ Eu	 ⁶⁴ Gd	 ⁶⁵ Tb	 ⁶⁶ Dy	 ⁶⁷ Ho	 ⁶⁸ Er	 ⁶⁹ Tm	 ⁷⁰ Yb	 ⁷¹ Lu	 ⁸⁹ Ac	 ⁹⁰ Th	 ⁹¹ Pa	 ⁹² U	 ⁹³ Np	 ⁹⁴ Pu	 ⁹⁵ Am	 ⁹⁶ Cm	 ⁹⁷ Bk	 ⁹⁸ Cf	 ⁹⁹ Es	 ¹⁰⁰ Fm	 ¹⁰¹ Md	 ¹⁰² No	 ¹⁰³ Lr
 ⁵⁷ La	 ⁵⁸ Ce	 ⁵⁹ Pr	 ⁶⁰ Nd	 ⁶¹ Pm	 ⁶² Sm	 ⁶³ Eu	 ⁶⁴ Gd	 ⁶⁵ Tb	 ⁶⁶ Dy	 ⁶⁷ Ho	 ⁶⁸ Er	 ⁶⁹ Tm	 ⁷⁰ Yb	 ⁷¹ Lu																																	
 ⁸⁹ Ac	 ⁹⁰ Th	 ⁹¹ Pa	 ⁹² U	 ⁹³ Np	 ⁹⁴ Pu	 ⁹⁵ Am	 ⁹⁶ Cm	 ⁹⁷ Bk	 ⁹⁸ Cf	 ⁹⁹ Es	 ¹⁰⁰ Fm	 ¹⁰¹ Md	 ¹⁰² No	 ¹⁰³ Lr																																	

але його цифри чинні й зараз: 1 л ртуті має масу приблизно 13,6 кг. Тож намагання підняти навіть 5-літрове відро ртуті – марна справа, якщо ти не важкоатлет. Наш організм теж „обтяжений” ртуттю, але її кількість мізерна – 13 мг.

Ще однією рідиною у таблиці є неметал бром. У комірці номер 35 ми бачимо цю буро-червону рідину у закоркованій посудині. Корок тут аж ніяк не зайвий, адже бор – отруйна речовина. Гранично допустима концентрація парів бромоводню в повітрі – 0,5 мг/м³. Навіть трохи більший вміст бромоводню в повітрі призводить до виникнення в людини запаморочення, подразнення слизових оболонок, кашлю, задухи. Основний постачальник бромоводню – море. Досить багато бромоводню в організмах риб. Але є морські ракоподібні, яким бром неабияк





Морська качечка

прислужився. Це морські качечки *Chaetolepas calcitergum*. Вони здебільшого нерухомі, тому можуть стати легкою здобиччю для хижаків. Тут їм і стає у пригоді отруйний бром. Частини тіла морських качечок, не захищені вапняними пластинками, містять до 7 % броду, який вони накопичують для захисту від нападників.

У періодичній таблиці лише два елементи за нормальних умов утворюють рідкі прості речовини: метал Меркурій та неметал Бром. Газуваті речовини утворюють 11 елементів: Гідроген, Гелій, Нітроген, Оксиген, Фтор, Неон, Хлор, Аргон, Криптон, Ксенон і Радон. Як бачимо, шість елементів з цього переліку – благородні гази. До них можна було би додати ще й штучно отриманий елемент Унуоктій, який, на думку вчених, мусить також мати властивості інертних газів. На жаль, на сьогодні були отримані лише 3 атоми цього елемента з періодом напіврозпаду трохи більше 1 мс, тож дослідити фізичні властивості і порівняти їх з прогнозованими не було змоги.

Придивимосся пильніше до тих елементів, які досліджені добре і точно мають газуватий агрегатний стан за нормальних умов. До Гідрогену (тобто до його простої речовини – водню) придивлятися немає сенсу, адже це не допоможе його впізнати. Водень не має ані кольору, ані запаху, ані смаку. Цього газу-невидимки у Всесвіті найбільше. Наше Сонце більше ніж наполовину складається з газуватого водню. Зате на Землі стараннями науковців є рідкий та твердий водень. Рідким водень стає за температури від $-252,76$ до $-259,2$ °C. У рідкому стані водень займає набагато менше місця, аніж у газуватому. Цікаво, що газуватий водень – речовина з найменшою густиною, а рідкий – з найбільшою.



Троянда заморожена рідким азотом



Деякі кафе на вигодовують для них морозиво за допомогою рідкого азоту



Рідкий кисень



Переливання рідкого азоту



Фтор



Твердий водень – це біла маса, що нагадує сніг.

Складно буде відрізнити азот від водню, адже за нормальних умов він також не має кольору, смаку та запаху. Цього газу найбільше у повітрі, але в процесі дихання він участі не бере і не засвоюється нашим організмом. Рідкий азот утворюється за дуже низьких температур (близько -200 °C) або за стискання повітря до 200–250 бар. Його використовують для криогенної різки, у молекулярній біології, генній інженерії, для гасіння пожеж, а також у косметичній медицині.

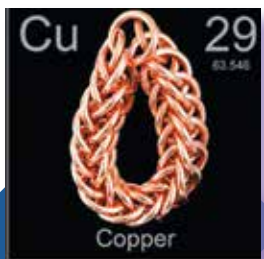
Другим за вмістом газом у повітрі є кисень. За добу здорова людина в спокійному стані прокачує через легені 7 200 л повітря, назавжди забираючи з атмосфери 720 л кисню. Кисень, як і два попередні гази, прозорий, не має запаху і смаку. За температури -183 °C він перетворюється на рідину з блакитним відтінком, а за $-218,7$ °C кристалізується у синю масу.

Дуже важливо вміти впізнавати хлор і фтор. Адже це отруйні гази. Під час Першої світової війни німецькі війська застосували проти англійців хлор. Для захисту від цього та інших небезпечних для здоров'я газів український хімік М. Д. Зелінський 1915 року винайшов протигаз. Повітря, яким дихає людина у протигазі, проходить крізь шар активованого вугілля й очищується. Отже, якщо побачиш жовто-зелений газ і відчуєш його задушливий запах, відразу вдягай протигаз, адже це хлор. Так само треба реагувати й на інший газ із різким задушливим запахом – фтор. Він має яскравий жовтий колір. До речі, і



Хлор

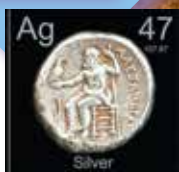
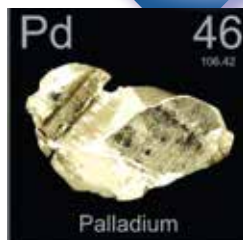
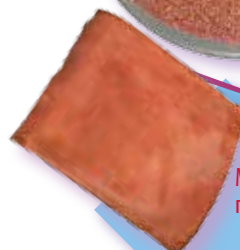




Мідний порошок



Мідна пластина



від хлору, і від фтору тебе захистить сірий про- тигаз з маркою фільтру В.

Решта газів у таблиці Менделєєва інертні. Вони позбавлені кольору і запаху. Найлегше їх розрізнити за свіченням у газовому розряді¹.

Тверді прості речовини розрізнити значно складніше, особливо метали. Здебільшого ме- тали пластичні, мають металічний блиск, добре проводять тепло та електричний струм. Однак є серед них легко впізнавані. Наприклад, мідь. Поглянь у комірку № 29, і ти помітиш червоно- коричневий відтінок цього металу, якого він набуває, контактуючи з повітрям. Абсолютно чиста мідь без оксидної плівки має ще цікаві- ший, рожевий, колір.

Другим інтенсивно забарвленим металом є золото. Яскраво-жовтий колір цього металу навіть зумовив його латинську назву: „aurum” перекладається як „жовтий”. Щоправда, у юве- лірній справі, де золото має широке застосу- вання, навчилися виготовляти „золоті” ви- ро- би найрізноманітніших кольорів. Насправді ця розмаїта палітра зумовлена додаванням у сплав золота інших металів: біле золото – сплав з палладієм, червоне і рожеве – з міддю, зелене – зі сріблом, блакитне – з кобальтом, синє – із залізом, фіолетове – з алюмінієм і ка- лієм. Існує також декілька способів отримати чорне золото. Для цього можна вкрити по- верхню ювелірного виробу шаром чор- ного родію чи рутенію гальванічним методом. Також замість них можна застосувати аморфний вуглець (за цією технологією виготовляють корпуси золотих годинників). І ще чорне золото отримують, змішу-

ючи 75 % золота з 15 % кобальту і 10 % хрому, окиснюючи їх за температури 700–950 °С.

А ось цезій має колір, близький до традицій- ного жовтого золота, але світліший. У таблиці і цезій, і його сусід зверху рубідій зображені у ам- пулах. Це тому, що ці метали мають низьку тем- пературу плавлення (приблизно 29 і 39 °С відпо- відно) і за кімнатної температури перебувають у напіврідкому стані. А ще на відкритому повітрі і рубідій, і цезій миттєво спалахують, і ампула за- хищає нас від цієї реакції.

Визначити решту металів за кольором дуже складно. А як ти гадаєш, чому осмій має вигляд порошку в цій таблиці? Звісно, це гарно демон- струє його крихкість. А крім того, саме у такому вигляді осмій зазвичай продають компанії, які ви- робляють платинові метали. Метал у такій формі легко вступає в реакції, і з нього можна вигото- вити різні сполуки осмію. Порошок досить легко окиснюється на повітрі, а за нагрівання на пові- трі може навіть загорітися. Злиток осмію зробити досить складно. Переплавити цей метал можна лише електронним променем або дуговим на- грівом. Через дуже високу твердість і крихкість штампувати цей метал неможливо.

А ось на вигляд простих речовин, що від- повідують елементам з сімейства лантаноїдів, впливає їхня хімічна активність. Тому у комірках елементів, що винесені у рядочок лантаноїдів внизу таблиці, лише сам лантан, церій і європій мають вигляд чистих металів, адже знаходяться у ампулах, з яких викачане повітря. Решта ме- талів окиснюються. Це дуже добре видно на злитку ітербію. Чиста поверхня металу має сріблясто-сі- рий колір, однак через окиснення вона набуває золотистого відтінку, як у комірці номер 70.

¹Докладніше про це читай у статті Катерини Нікішової, „Лінивці періодичної системи” у журналі „КОЛОСОК” № 6/2014.



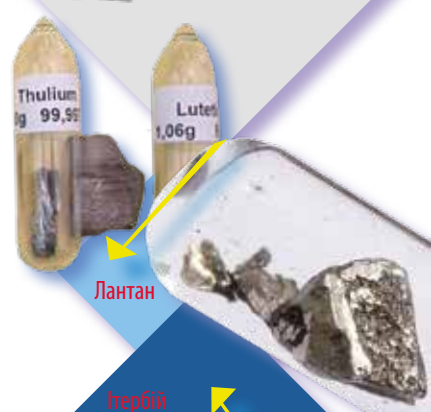
Цезій



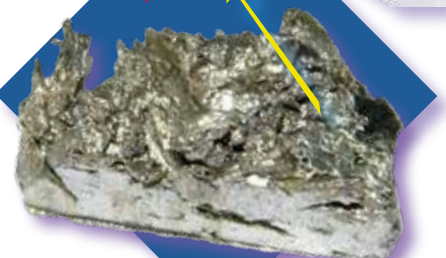
Кристали осмію



Лантан



Ітербій





Талій також швидко окиснюється на повітрі. Свіжий зріз (а талій настільки м'який метал, що його можна різати ножом) темнішає менше ніж за хвилину, а за деякий час вкривається коричневим талій оксидом. Запобігти цьому можна, зберігаючи метал у воді або ж у ампулі з вакуумом, як показано у комірці номер 81.

Поглянувши на комірки літію, натрію та кальцію, хтось погано обізнаний у хімії може здивуватись: чому ці метали плавають у воді? Так, густина цих металів менша, ніж у води, однак у склянках, зображених у комірках цих металів, аж ніяк не вода, адже з водою вони дуже бурхливо реагують з утворенням гідроксидів. Можливо, у цих склянках гас. У гасі зберігають ці активні метали для запобігання контакту з повітрям.

А тепер обличимо численних представників металів у таблиці і розглянемо неметали. Мабуть, усі користувалися спиртовим розчином йоду. Але у комірці номер 53 зовсім не цей відомий розчин. Тут ми бачимо кристали чистого йоду. Достатньо поставити запаяну скляну ампулу з порошком йоду на теплу поверхню (батарею опалення, газову плиту, сушильну шафу тощо), і на холодніших стінках ампули ростимуть такі ось кристали.

А у комірці елемента № 15, Фосфору, зображені дві різні на вигляд речовини. Дивно? Дивно, що лише дві. Насправді основних алотропних модифікацій Фосфору є чотири: білий, червоний, чорний і металевий. Дехто ще виокремлює жовтий фосфор, але це лише не до кінця очищений білий фосфор з домішками. У наведеній таблиці ти бачиш лише білий і червоний фосфор.

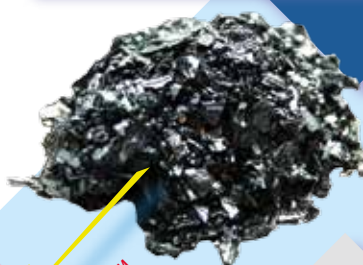
Цікаво, що вперше білий фосфор отримав алхімік, намагаючись добути з сечі золото. Білий фосфор залишається білим лише в темряві за низьких температур. Він схожий на віск, як це добре видно у комірці таблиці. Білий фосфор хі-



Талій



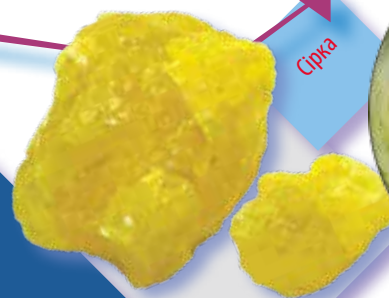
Thallium



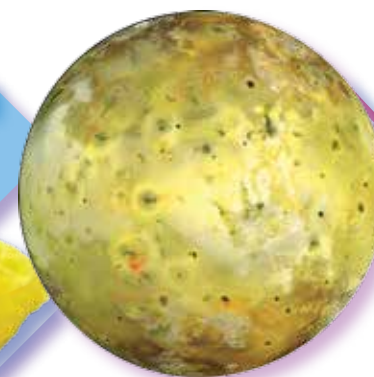
Кристали йоду



Білий фосфор



Сірка



Жовтими і помаранчевими відтінками супутник Юпітера йо завдачує вмісту сірки та її сполук

мічно активний, він горить навіть під водою,

взаємодіючи з киснем. Крім того, білий фосфор надзвичайно отруйний: навіть 0,05 г білого фосфору – це смертельна доза для дорослої людини. Під дією світла або за нагрівання у вакуумі до 250–300 °C він перетворюється на червоний фосфор. Червоний фосфор теж отруйний, але менш хімічно активний. Він входить до складу суміші, якою вкривають коробки для сірників.

У сусідній комірці – „запальна колега” фосфора, сірка, про наявність якої у головці сірника ти, звісно, знаєш. У чистому вигляді сірка – крихка речовина жовтого кольору у вигляді кристалів.

Селен, якому у таблиці відведена комірка № 34, також має декілька модифікацій, як і Фосфор. Одна з них – аморфний селен – має червоний колір і з вигляду дуже нагадує червоний фосфор. У таблиці також є і найпоширеніша модифікація – металічний селен – у вигляді кристалів.

Ця таблиця не відображає усе розмаїття простих речовин. Найчастіше, щоб впевнитися, яка перед нами речовина, доводиться проводити хімічний аналіз. Однак корисно знати деякі характерні форми існування хімічних елементів хоча б для того, щоб вміти відрізнити безпечну свічку від отруйного білого фосфору, щоб

відразу розпізнати отруйні хлор та фтор і не вдихати їхні пари і в багатьох інших потенційно небезпечних ситуаціях. А майбутнім хімікам ці знання просто обов'язкові!

Металічний і аморфний селен



Жовтий, червоний і металевий фосфор

