



ХІМІЯ І ЖИТТЯ

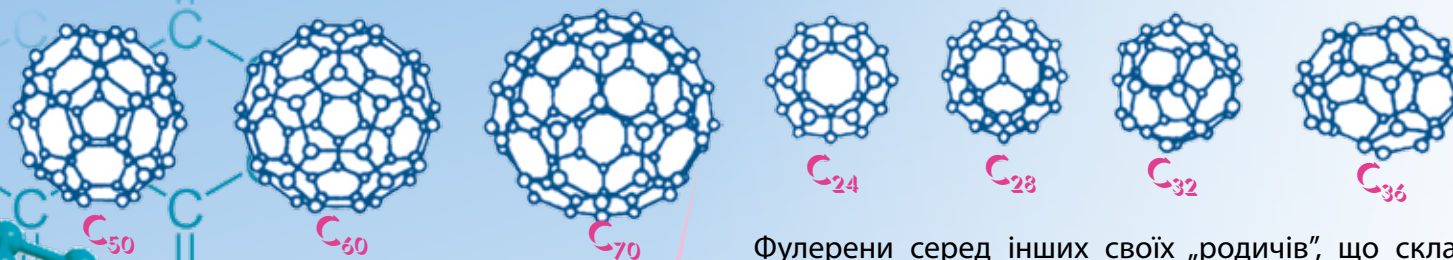
ГАННА БОЯРСЬКИХ

БАГАТОЛИКИЙ

ЧАСТИНА 2

ФУТБОЛЬНИЙ М'ЯЧ ЧИ ГЕОДЕЗИЧНИЙ КУПОЛ?

У першій частині статті ми розглянули надзвичайні властивості алмазу і графіту. Але на цьому дива не закінчуються. Застосування іншої алотропної модифікації Карбону взагалі здається запозиченим з області наукової фантастики! Свою назву ці сполуки (а їх багато!) отримали за схожість з архітектурними спорудами Річарда Бакмінстера Фуллера – „геодезичними куполами”, – вони гордо зветься фулеренами. За відкриття цієї алотропної модифікації Карбону Роберт Керл, Гарольд Крото і Річард Смолі у 1996 році отримали Нобелівську премію з хімії. А виділити фулерени у простому вигляді вченим вдалося в 1985 році. Багатий Карбон на Нобелівські премії!

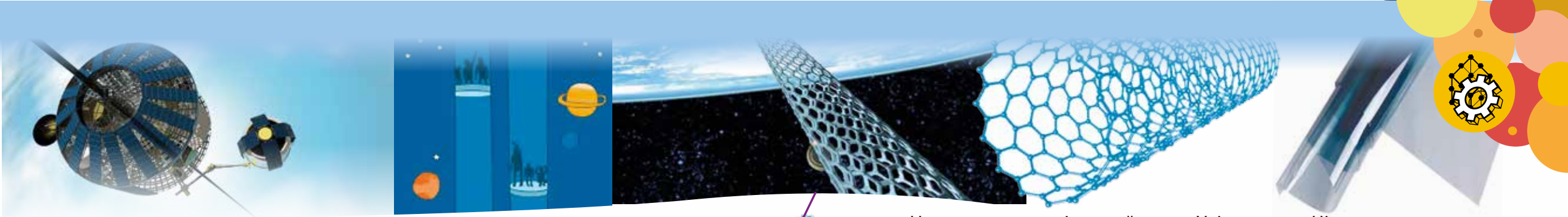


Фулерени серед інших своїх „родичів”, що складаються переважно з довгих карбонових ланцюгів або плоских циклічних структур, вирізняються своєю сферичною будовою, всередині якої... пустота. А ще фулерени є молекулярною формою існування Карбону. Не можна сказати „молекула алмазу”, „молекула графіту”, а от „молекула фулерену” – можна і треба. Найпростіший фулерен складається з двадцяти атомів Карбону і описується формулою C_{20} . Наступними йдуть C_{24} , C_{26} , ..., C_{60} , C_{70} та більші фулерени (найбільша молекула складається з 560 атомів Карбону). Проте найменшою найстійкішою молекулою з „фулеренової родини” є бакмінстерфулерен (C_{60}), що має форму усіченого ікосаедра (як ідеальна форма, яка вкрай рідко трапляється в природі!). До речі, таку саму форму має класичний футбольний м'яч.

Що ж такого в них особливого, в цих фулеренах, окрім їхньої незвичної будови? А корисного, незвичного і фантастичного багатенько. У внутрішню порожнину сферичних фулеренів можна вставляти інші атоми чи молекули. Такі „фаршировані кульки” можна буде використовувати для зберігання радіоактивних отруйних металів. Такі самі фулерени, проте з „начинкою” з радіоактивних ізотопів, вже розглядають як перспективний протираковий лікарський засіб. „Диво-м'ячики” є надпотужними антиоксидантами, більш активними, ніж вітаміни А та Е. На відміну від „одноразових” антиоксидантів, де одна молекула знищує одну радикальну одиницю, фулерени охоплюють ширше коло ураження: вони збирають на своїй поверхні декілька радикалів, які самі себе знищують. Отака радикальна пастка! Цікавим є і те, що велика кількість вірусів (поліомієліту, ящуру, ВІЛ та ін.) має фулереноподібну будову. Ця схожість в майбутньому може допомогти вченим розробити лікарський засіб, який подолає величезну кількість вірусних інфекцій за допомогою фулеренів.

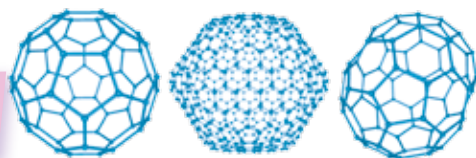
Фулерени є напівпровідниками, проте якщо їх легувати¹ лужними металами, вони перетворюються у надпровідники. Це дає можливість вченим отримати нові діоди, транзистори, фотоелементи та інші новітні прилади електронної техніки.

¹Легування (від лат. „ligare” – зв'язувати) – технологія покращення властивостей металу шляхом додавання до нього невеликих кількостей домішок або структурних дефектів.



Невтомні трудівники-фулерени покращують якість змащувальних матеріалів. Маленькі „карбонові кульки”, які додають до олії, подовжують життя деталей, що зазнають тертя, в 5–6 разів. Серед інших „професій” фулеренів – рятівник-пожежник. Завдяки введенню фулеренів до спеціальних вогнезахисних фарб, останні під час пожежі спучуються, утворюється щільний пінококсовий шар, який у декілька разів підвищує температуру нагрівання до критичної температури конструкцій, що зайнялися, і вберігає їх від руйнування.

НІ ТЕ, НІ СЕ



Тісно пов'язані з фулеренами **карбонові нанотрубки**. Це диво дивне складається з двох або декількох графенових площин і закінчується зазвичай напівсферичною голівкою, яку можна розглядати як половину молекули фулерену. Карбонові нанотрубки мають унікальні властивості: вони дуже добре проводять струм і тепло. Незважаючи на свою оманливу ажурність, волокна, створені на основі цих карбонових „нанокапілярів”, у 10 разів міцніші і в 6 разів легші за сталь. Саме ці властивості нанотрубок повернули вчених до їхньої давньої і, здавалося б, нездійсненої мрії – створення космічного ліфту, який міг би доставляти вантажі до космосу без використання ракет. А чому б і ні? Матеріалом для тросу, який буде транспортувати вантажі на орбіту, стане надміцна карбонова нанотрубка. Управління НАСА вже взялося фінансувати розробки в цьому напрямку, адже створення такої передової конструкції дозволить значно заощадити на доставках вантажів за межі нашої планети, зекономити безцінний час і паливо. Завдяки космічному ліфту можна буде відправляти у космос радіоактивні відходи. Ну і не будемо забувати про космічний туризм. Уже зовсім скоро настане той час, коли політ на Місяць буде такою ж буденною справою, як відвідання Діснейленду, бо людство в реальному житті матиме справжнісіньку „драбину в небо”, виготовлену з карбонових нанотрубок.

Не так давно вчені з китайського Університету Цінхуа провели цікавий дослід. Ні для кого не секрет, що натуральний шовк – дуже міцна тканина. „А що буде, якщо гусеницю тутового шовкопряда годувати листям шовковиці, здобрим розчином, що містить всього 0,2 % графену або карбонових трубок?” – спитали себе вчені і поставили відповідний експеримент. Виявилося, що волокно, яке сплели „шовкопряди-гурмани” на 50 % міцніше і тривкіше за звичайний шовк. Більш того, це волокно може проводити електричний струм! Дуже скоро не потрібно буде тягати за собою купу гаджетів, їхню функцію успішно виконуватиме ОДЯГ! От коли стане доречним жарт: „Дай шкарпетку, подзвонити треба!”

Видатні вчені невпинно здійснюють пошуково-дослідницьку діяльність, результатом якої стало створення гнучкої та еластичної карбонової наноплівки, міцність якої у понад 2,5 раза вище, ніж у кевларових волокон. Цією плівкою доречно буде вкривати авіаційні апарати, судна, військову техніку, виробляти нові види броні (і вони не будуть іржавіти!) або дуууже міцні сміттєві пакети ☺.

Нитки з парафіну і карбонових нанотрубок можуть активно поглинати теплову і світлову енергію та перетворювати її на механічну. Тому з них можна виготовити генератори енергії та двигунів, що вироблятимуть значно більше енергії із сонячного світла, ніж сучасні. Шляхом введення парафіну у скручену нитку з нанотрубок міжнародній команді вчених вдалося створити штучний м'яз, що в 85 разів міцніший за людський. А команда дослідників Стенфордського університету стверджує, що додавання карбонових нанотрубок до штучних замінників шкіри на протезах дозволить людям-ампутантам в майбутньому відчувати дотик до штучної кінцівки. Проте й на цьому „карбонове сімейство” не перестає дивувати.

НАЙ-НАЙ-НАЙМІЦНІШИЙ

Виявляється, серед алотропних модифікацій Карбону є така, що вдвічі міцніша за карбонові нанотрубки і твердіша за алмаз та графен. На вигляд – чорний дрібнокристалічний порошок, що має



напівпровідникові властивості. Зветься ця неймовірна сполука **карбіном**. Це ланцюжок з атомів Карбону, які можуть бути пов'язані між собою подвійними (α -карбін) або одинарними та потрійними зв'язками, що чергуються (β -карбін). На жаль, незвичні властивості карбіну поки що немає можливості застосувати, оскільки вченим не вдається добути його в потрібній кількості.

ТУШ, РЕЗИНА І ПОТЕПЛІННЯ

Карбон зберігає ще багато цікавинок і в доступних для людства формах, які об'єднує в собі **аморфний вуглець**. Одну з них ви могли бачити, якщо хоча б раз у житті варили юшку на відкритому вогнищі. Чорний наліт, що утворюється внаслідок цієї термічної процедури, і є тією речовиною, про яку піде мова. **Сажа** – продукт неповного згорання або термічного розкладу вуглеводнів – ображає погляд чистюка-туриста, ховаючи під собою блиск металічного котелку. Проте є індивіди, які не тільки не намагаються позбутися слідів сажі, а, навпаки, добровільно нею обмащуються. Звісно, не повністю. Ще модниці Стародавнього світу, намагаючись підкреслити свою природну красу і захистити себе від злих духів, підводили очі сумішами, до складу яких входила сажа. Саме ці суміші і є „прабабусями” сучасної туші для вій. Звісно, зараз вона містить значно більше компонентів, які, на відміну від прадавніх аналогів, доглядають за віями сучасних красунь. Тут тобі і воски, і волокна, що подовжують вій, і поживні речовини, і вітаміни, і ще багато різноманітних домішок. Проте сажа нікуди не поділася і залишається почесним компонентом декоративних косметичних засобів. А от у Стародавньому Римі для стійкості туші до неї додавали свинець, через який багато модниць втрачало зір. Бррррр. У Франції у часи правління Карла II для догляду за взуттям виготовляли ваксу, до складу якої входила все та ж сажа.

Сажу добувають в неконтрольованих умовах, а її аналог – у конкретних умовах. Він називатиметься **технічним вуглецем** (техвуглецем) і має певний набір властивостей. Саме це дозволяє викорис-

товувати його як підсилюючий компонент для виготовлення резин і пластмас. Майже 70 % всього техвуглецю йде на виробництво шин. Він нарівні із сажею є пігментом для виготовлення лаків і фарб.

Садоводи-любители стверджують, що пічна сажа – чудове добриво і засіб боротьби з багатьма видами шкідників. Проте вона не дуже корисна для наших легенів та інших органів. Ще в XVIII столітті, завдяки дослідженням відомого англійського хірурга Персівелла Потта, британський парламент заборонив сажотрусам використовувати працю хлопчиків, молодших 8 років, які дуже добре пролазили в тоненькі труби і своїм тілом, як щіточкою, прочищали їх. Цю заборону аргументували тим, що через постійний контакт із сажею в ранньому дитинстві у сажотрусів через деякий час розвивалася особлива карцинома.

Проте є і більш глобальні руйнівні властивості сажі. Часточки сажі, що опинилися у повітрі під час неповного згорання палива з плином часу не тільки механічно забруднюють атмосферу, а ще й провокують підвищення температури на поверхні Землі. Опустившись на поверхню снігу чи криги, вони заважають кристалічній формі води відбивати сонячне світло і, навпаки, поглинають його, підсилюючи танення льоду. Але таких деструктивних властивостей карбоновмісних сполук набувають завдяки людській діяльності. Дані програми ООН з навколишнього середовища свідчать, що зменшення викидів метану і сажі може до 2030 року вдвічі знизити прогнозоване підвищення температури на Землі. Отже, зараз слушний час для того, щоб згадати правила екологічної поведінки і поділитися цією інформацією зі своїми друзями.



Боярських Ганна Павлівна,
учитель хімії
Тернівської ЗОШ І–ІІІ ст. № 6
Дніпропетровської області,
переможець ІІ Всеукраїнського
Інтернет-конкурсу „УЧИТЕЛЬ РОКУ–2017”
за версією науково-популярного
природничого журналу „КОЛОСОК”
у номінації „ХІМІЯ”

