

ного елемента за продуктом хімічної реакції, за Періодичною системою.

Заняття 7 і 8 присвячено навчанню учнів розв'язувати задачі з термохімії: визначення теплового ефекту реакції (написання термохімічних рівнянь) і розрахунки за термохімічними рівняннями. Запропоновано задачі з використанням поняття *теплота утворення речовини*. Необхідно наголосити, що теплота утворення простої речовини завжди дорівнює нулю.

На **заняттях 9, 10 і 11** розв'язуються задачі на швидкість хімічної реакції: обчислення середньої швидкості гомогенної та гетерогенної реакції, за законом діючих мас і за правилом Вант-Гоффа. Необхідно ознайомити учнів із залежністю швидкості хімічної реакції від концентрації і тиску (у разі взаємодії газуватих речовин), поняттям *температурний коефіцієнт* і формулами, які при цьому застосовуються.

Заняття 12 і 13 присвячено розв'язуванню *задач на надлишок*. Причому основним є розуміння учнями поняття *надлишок*. Для цього введено математичну задачу на обчислення мас реагентів, необхідних для приготування варення. Після набуття учнями розуміння, як встановлювати речовину, що реагує повністю, наступні кроки з розв'язування вони виконують за вивченими алгоритмами.

На **заняттях 14, 15 і 16** розглядаються способи розв'язування трьох протилежних задач:

- на встановлення масової (об'ємної) частки відносного виходу продукту реакції;
- на встановлення виходу продукту за відомою масовою часткою відносного виходу реакції;
- на встановлення необхідної кількості реагентів за відомою масовою часткою відносного виходу реакції.

Масову (об'ємну) частку обчислюють за відповідною формулою. Задача вимагає математичних вмій. Обчислення ж виходу продукту або реагентів хімічної реакції зазвичай спричиняє нерозуміння вибору величин, за якими необхідно обчислювати реагенти й продукти реакції. Головне, як і в задачах на домішки, пояснити, що, визначаючи продукти реакції, треба мати на увазі, що їх має бути менше, ніж обчислених за рівнянням хімічної реакції на відсоток відносного виходу. Якщо обчислюють кількість реагентів, то їх необхідно взяти більше на величину, що відповідає відносному виходу продукту реакції.

Заключне **17 заняття** можна присвятити перевірці набутого вміння розв'язувати розрахункові задачі з хімії. Пропонується чотири задачі: дві задачі на суміші, задача на розчини і встановлення теплового ефекту горіння палива різних видів. Для розв'язування таких задач учні мають застосувати вміння складати рівняння хімічних реакцій; обчислювати молярні маси, кількість речовини; масу речовини в розчині за її масовою часткою, частку речовини в суміші. Кількість обраних для розв'язування задач цілком залежить від власного вибору учня.

ПРО ВИВЧЕННЯ КУРСУ ЗА ВИБОРОМ «СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА МАТЕРІАЛИ. 11 клас»

Олександр НЕТРИБІЙЧУК, учитель вищої категорії, учитель-методист СШ № 301 ім. Ярослава Мудрого м. Києва, молодший науковий співробітник відділу біологічної, хімічної та фізичної освіти Інституту педагогіки НАПН України

Курс ознайомлює із сучасними матеріалами, що їх використовують у виробництві багатьох галузей промисловості. Він спрямований на здобуття учнями знань про деякі новітні матеріали, їхнє застосування та перспективи розвитку технологічних процесів.

Курс за вибором «Сучасні технології та матеріали» є міжпредметним і може бути реалізований у класах на рівні стандарту або профільному рівні.

Розподіл годин у навчальній програмі є орієнтовним. Учитель може змінювати розподіл
© Нетрибійчук О. С., 2021

годин на вивчення окремих розділів. Навчання за цим курсом можна організувати, використовуючи *STEM*-навчання і *STEM*-технології, що сприятиме реалізації принципу інтегрованого навчання. Окрім того, ефективність проведення занять можна підвищити через застосування сучасних інформаційно-комунікаційних технологій, зокрема 3D-моделювання та відеоматеріалів. Вони сприяють активізації пізнавальної діяльності учнів, розвитку їхньої самостійності в опануванні знань, формуванню ключових компетентностей.

Курс складається з таких тем.

Вступ. Загальні тенденції сучасної хімії.

Тема I. Нанохімія й нанотехнології.

Тема II. Полімерні композитні матеріали.

Тема III. «Зелена» хімія та сучасні технології.

Оскільки більшість тем курсу не розглядаються у програмі з хімії для закладів загальної середньої освіти, матеріал, що його вивчатимуть, є новим і потребує ґрунтовного розгляду. Певну інформацію щодо сучасних матеріалів учні можуть отримати з інтернет-джерел й науково-популярної літератури. Проте у програмі є поняття, що потребують докладного пояснення вчителя. Вони занурюють учнів у новий, досі невідомий світ наноматеріалів і сучасних технологій.

Вступ. Загальні тенденції сучасної хімії.

Під час вивчення теми радимо спочатку ознайомити учнів зі світовим рівнем розвитку нанотехнологій, вагомими відкриттями вітчизняних науковців, значенням розвитку нанотехнологій в умовах сучасності.

Основні напрями розвитку хімії у XXI столітті. Світова економіка початку XXI ст. характеризується кардинальними змінами щодо визначення напрямів економічного прогресу. За аналітичними прогнозами, інноваційний розвиток і рівень економіки у XXI ст. визначатимуть саме нанотехнології, що приведуть до істотних змін у всіх сферах діяльності.

Нанотехнології – міждисциплінарні технології, що їх розроблено для об'єктів розмірами менш ніж 1 мк. Вони уможливають проведення досліджень, маніпуляції та обробку речовин розміром від 0,1 до 100 нм (1 нм – це одна мільярдна частка метра). Доцільність використання наноматеріалів, що їх виготовляють із застосуванням нанотехнологій, зумовлена тим, що такі речовини мають властивості, які не притаманні їй у макрокількості.

Наразі нанотехнології – це найбільш фінансований науковий напрям. Понад 50 країн упроваджують спеціальні програми розвитку нанотехнологій, постійно збільшуюючи обсяги світових інвестицій у них. На ринку світових інвестицій переважають 15 країн – США, Японія, Велика Британія, Німеччина, Ізраїль, Китай, Канада, Австралія та ін.

Становлення й розвиток нанотехнологій в Україні. Україна не може залишатися осторонь процесів становлення й розвитку нанотехнологій. Науковці НАН України розробили комплексну програму фундаментальних досліджень – «Наноструктурні системи, наноматеріали, нанотехнології» (2003 – 2009 рр.).

Окрім того, в Україні було впроваджено Державну цільову науково-технічну програму «Нанотехнології та наноматеріали» (2010 – 2014 рр.). Розробки і дослідження відбу-

валися за підтримки НАН України. У 2015 р. на засіданні Президії НАН України було розглянуто питання щодо стану та перспектив розвитку досліджень у галузі наносистем і наноматеріалів в Україні й визнано, що отримано вагомні результати, які сприяли реалізації низки напрямів розвитку науки і техніки.

Нині перспективним напрямом є створення нових і поліпшення вже наявних матеріалів, виробництво нанопорошків, вуглецевих матеріалів (графену, нанотрубок, стільникових структур тощо), розроблення технологій вирощування унікальних монокристалів з рекордними габаритами. У НАН України в межах спеціальної програми «Наноструктурні системи, наноматеріали, нанотехнології» тривають дослідження з фізики металів і сплавів, хімії поверхні, порошкових технологій, мікроелектроніки, колоїдних нано-розчинів, сорбентів, лікарських засобів.

В Інституті металофізики ім. Г. В. Курдюмова НАН України освоєно технологію виробництва магнітом'яких аморфних і нанокристалічних сплавів на основі заліза з надшвидким охолодженням розплаву, а також виготовлення з них магнітодротів. Аморфні сплави мають високі магнітні характеристики, внаслідок чого з них можна виробляти, наприклад, потужні трансформатори невеликих габаритів. Виробництво аморфних і нанокристалічних магнітопроводів освоєно на НВП «Мелта» (Київ).

Наноматеріали використовують під час створення нових ліків, зокрема проти діабету II типу та злоякісних пухлин; як компоненти нового класу протитромбічних препаратів, регулятори скорочення гладких м'язів, для створення біокерамічних імплантатів; як носії фармацевтичних препаратів цільового призначення («прицільна» діагностика й терапія); протимікробні препарати; у нових діагностичних і сенсорних тест-системах; у харчовій промисловості, сільському господарстві тощо. Спільними зусиллями фахівців Інституту електрозварювання ім. Є. О. Патона, Інституту експериментальної патології, онкології і радіобіології ім. Р. Є. Кавецького, Інституту загальної і неорганічної хімії ім. В. І. Вернадського розроблено методику прицільної доставки ліків до пухлин за допомогою біосумісних наночастинок під дією магнітного поля.

У Інституті газу НАН України створено унікальний високоефективний засіб для швидкої ліквідації нафтових розливів (нанопаруватий сорбент на основі терморозширеного графіту), а також відповідне технологічне обладнання для його виробництва. Цей сорбент значно ефективніший за закордонні аналоги. Відпрацьований сорбент легко зазнає термохімічної регенерації. Засіб експортується за кордон, а саме в Індію, Німеччину.

Застосування нанотехнологій у найближчій перспективі сприятиме збільшенню обсягу виробництва внутрішнього валового продукту та істотному економічному ефекту в таких базових галузях економіки, як машинобудування, автомобільна промисловість, електроніка та оптоелектроніка, інформатизація, сільське господарство, охорона здоров'я, охорона навколишнього середовища.

Проте нанопродукція поки що не набула поширення в Україні через високу ціну і середній рівень якості, що залежать від недостатніх обсягів фінансування.

Отже, під час вивчення цієї теми основний акцент треба зробити на інноваційних напрямках розвитку сучасної хімії, а також показати роль науково-дослідних установ України й розробок вітчизняних науковців.

Тема I. Нанохімія і нанотехнології

Поняття, що розглядаються у цій темі, учням невідомі. Насамперед треба коротко ознайомити учнів з історією розвитку нанотехнологій і нанохімії, пояснити нові поняття, а для візуалізації матеріалу використати 3D-моделювання. Рекомендуємо учителям під час підготовки до заняття, на яких вивчатимуться певні речовини, використовувати такий план:

Пояснення структури матеріалу.

Методи добування (синтезу).

Властивості.

Значення та застосування.

Вивчення теми пропонуємо спланувати на 6 занять.

1. Нанохімія як наука, перспективи розвитку й упровадження. Нанотехнології. Наноматеріали, їхня класифікація.

Днем народження нанонауки вважається 1959 р., коли професор Каліфорнійського інституту Річард Філіпс Фейман (Нобелівська премія з фізики 1965 р.) під час лекції, прочитаної перед членами Американського фізичного товариства, звернув увагу на можливість використання атомів як «будівельних» частинок. Відтоді почалося створення атомно-силових і сканувальних тунельних мікроскопів, що можуть не лише показувати тривимірні малюнки розташування атомів, а й уможливають їхнє переміщення.

Річард Фейман стояв біля витоків нанотехнологій: йому належить нове тлумачення квантової механіки, окрім того, він заклав основу теорії слабких взаємодій і кварк-глюонної картини будови речовин.

Уперше термін «нанотехнологія» вжив японський учений Норіо Танігуті у 1974 р. Так він назвав виробництво нанорозмірних предметів. У 80-х роках ХХ ст. Ерік К. Дрекслер використовував цей термін у працях, присвячених

математичним обчисленням пристроїв розміром у кілька нанометрів.

Визнанням певного внеску в розвиток теорії маломасштабних частинок є присудження Нобелівської премії з фізики у 2000 р. російському вченому Ж. І. Алферову за роботи в галузі напівпровідникових гетероструктур.

Нанохімія – одна з актуальних сучасних наук на перетині матеріалознавства, фізики й хімії. **Нанохімія** – це система знань про закономірності існування речовини на нанорівні.

Термін «нанохімія» у літературі з'явився наприкінці 90-х рр. ХХ ст. Цей напрям почав розвиватися активніше після перших міжнародних конференцій з наноматеріалів і появи перших спеціалізованих журналів. Нині питання, що пов'язані з наночастинками, нанокластерами, нанокompозитами, нанотехнологіями тощо розглядаються як самостійні питання на вітчизняних і міжнародних конгресах, конференціях, симпозіумах.

Розвиток нанонауки протягом останніх 10 – 15 років загалом полягає в розробленні нових способів добування, вивчення та модифікації наночастинок і наноструктур.

Класифікація наночастинок і методи їхнього дослідження є недосконалими, вони безперервно розвиваються й змінюються. Однією з найпоширеніших класифікацій для основних типів неpolімерних наноматеріалів є класифікація Г. Гляйтера (табл. на с. 19)


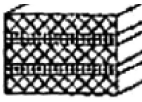
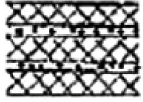
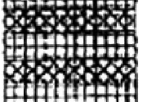



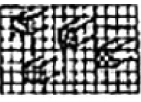




За класифікацією ISO (*International Organization for Standardization*, Міжнародна організація стандартизації) обрано систему «Класифікаційне дерево», що її найчастіше використовують у науці й техніці. У системі «нанодерево» обрано чотири базові критерії (схема).

С х е м а

Спрощена схема будови «нанодерева»



Класифікація наноматеріалів за Г. Гляйтером

Хімічний склад	Склад і розподіл			
	однофазний	багатофазний		матричний
		статистичний		
Форма		ідентичні межі	неідентичні межі	
Пластинчаста				
Стовбчаста				
Рівновісна				

2. «Графен, вуглецеві й неуглецеві нанотрубки, їхня структура, методи синтезу». Графен – речовина, що невідома учням, як і більшість наноматеріалів. На початку вивчення цієї теми бажано пригадати поняття «алотропія», алотропні модифікації Карбону, потім докладніше розглянути характеристику та особливості речовин.

Графен – двовимірний матеріал, одна з алотропних модифікацій Карбону, моноатомний шар атомів Карбону з гексагональною структурою. Графен був відкритий у 2004 р. Андрієм Геймом та Костянтином Новосьоловим з Манчестерського університету (Нобелівська премія з фізики 2010 р.). Графен за своєю будовою подібний до окремого атомного шару в структурі графіту. Його можна уявити як «розгорнуту» вуглецеву нанотрубку. Підвищена мобільність електронів переводить його в розряд найперспективніших матеріалів для наноелектроніки.

Існує кілька основних способів добування графену: механічне відщеплення, хімічне осадження з газової фази, технологія розшарування за допомогою інтеркаляції (зворотного включення) графіту й формування графену відновленням оксиду графену. Застосування вуглецевих матеріалів є доволі широким, зокрема графен й оксид графену використовують як високопровідникові прозорі електроди до світлодіодів сонячних елементів, а також як елементи пам'яті, біо- і газових сенсорів, високошвидкісних фотодетекторів, надтонких дисплеїв, смартфонів тощо.

Окрім графену слід розрізняти й інші подібні до графену вуглецеві матеріали, що становлять інтерес не лише для науки, а й для промисловості. Це багатошаровий графен, графенові квантові точки, графенові нанострічки, наносітки, нанолісти, оксиди графену, відновлений оксид графену.

«Оксидні нанотрубки». Наноматеріали на основі оксидів металів (наноstrukturованих або нанодисперсних) – це клас різноманітних матеріалів з різними електронними структурами, фізико-хімічними та електромагнітними властивостями. Із літературних джерел відомо, що металоксидні наноматеріали й нанокомпозити мають потужний потенціал для використання у багатьох галузях. Наприклад, у прикладній екології, зокрема як фотокаталізатори, адсорбенти, як чутливі елементи у пристроях для моніторингу навколишнього середовища. Численні дослідження свідчать, що сорбційні металоксидні наноматеріали мають велику питому площу поверхні, високу сорбційну ємність, швидку кінетику й специфічну спорідненість до різних забруднювачів. Використання у фотокаталітичних процесах саме наноstrukturованих оксидів металів дає змогу ефективно окиснювати органічні сполуки, що не розкладаються природним біохімічним способом, а тонке доочищення водних розчинів за їхньою допомогою є найбільш перспективним.

3. «Фулерени. Дендримери. Нанодроти». Поміж речовин, що їх вивчають у цій темі, учням

відомий фулерен. З ним вони ознайомлюються в 11 класі під час вивчення теми «Алотропія. Алотропні модифікації речовин неметалічних елементів». У цій темі його можна розглянути докладніше.

Фулерен – це алотропна форма існування атома Карбону, що її часто називають його молекулярною формою. Відкриття нової молекули, подібної за формою до футбольного м'яча, яка складається із 60 атомів Карбону, є певною мірою випадковим наслідком досліджень природи матерії у міжзоряному просторі, що його надалі було змодельовано в лабораторних умовах. У 1990 р. була опублікована праця, в якій повідомлялося, що макроскопічні кількості C_{60} можна добувати за допомогою лабораторних методів, і це сприяло початку масових досліджень. Незабаром було визначено найважливіші структурні й фізико-хімічні характеристики молекули C_{60} , що найлегше утворюється серед відомих фулеренів. За відкриття фулерену складу C_{60} і C_{70} (1985 р.) Роберт Керл, Річард Споллі та Гарольд Крото у 1996 р. були удостоєні Нобелівської премії з хімії.

Спектр можливих застосувань є надзвичайно широким. До нього належить боротьба з вірусними, онкологічними, нейродегенеративними захворюваннями, остеопорозом, захворюваннями судин. Фулерен можна використовувати й у діагностиці як рентгеноконтрастну речовину (прикріплювати до поверхні певних клітин і виявляти їхнє розташування в організмі). Крім того, доведено, що похідні фулерену мають досить низьку токсичність.

Одним з елементів наносвіту є **дендримери** (деревоподібні полімери) – наноструктури розміром від 1 до 10 нм, що утворюються внаслідок сполучення молекул, утворюючи розгалужені структури. Синтез дендримерів – це одна з нанотехнологій, що тісно пов'язана з хімією полімерів. Як і всі полімери, дендримери складаються з мономерів, але молекули цих мономерів мають гіллясту структуру. Дендример стає подібним до дерева з кулястою кроною. Крім того, порожнини всередині дендримеру можуть містити речовини з радіоактивною «міткою», що застосовуються для діагностики різних захворювань.

Перспективним напрямом застосування дендримерів є їхнє можливе використання як нанокапсул, що доставляють ліки безпосередньо до клітин, які потребують цих препаратів.

Нанодроти – наноструктури з характерним поперечним розміром до 10 нм і довжиною, що набагато перевищує поперечний розмір. Оскільки за таких розмірів велике значення мають квантові ефекти, нанодроти фактично є квантовими дротинами. Існує багато різних типів нанодротин, деякі з них металеві (напри-

клад, нікелеві, платинові, золоті), інші напівпровідникові (Si, InP, GaN тощо) або з діелектричних матеріалів (SiO_2 , TiO_2). Молекулярні нанодроти складаються з молекулярних одиниць органічного або неорганічного походження. Нанодроти – це матеріали, що їх можна використовувати в мікроелектроніці, а в найближчому майбутньому – як напівпровідникові компоненти в надзвичайно малих за розмірами електронних схемах.

Серед останніх відкриттів – струмопровідні нанодроти діаметром лише три атоми. Подібні нанодроти можна буде застосовувати в оптоелектроніці для передачі даних, у вигляді елементів для вироблення сонячної енергії або в інших сферах. Наприклад, можна виготовити тканину для одягу із вшитою електронікою або невидимими сонячними панелями.

4. «Нанокompозити. Методи синтезу та дослідження». **Нанокompозити** – композиційні матеріали з металевою, полімерною, керамічною матрицями і наповнювачами у вигляді наночастинок, нановолокон, наночастинок, а також композиційні матеріали зі складним використанням нанокompонентів. Ці матеріали вже застосовуються для виготовлення деталей аерокосмічного призначення, космічних антен, оптики, дзеркал, антирадарних покриттів; як матеріали деталей конструкції автомобіля; у військовій промисловості; для виготовлення побутової електронної техніки; у виробництві шлангів і труб для подачі горючих газів і рідин тощо. У перспективі передбачається створення принципово нового класу композиційних матеріалів на основі комбінації різних груп наноматеріалів – фулеренів, нанотрубок, нанодротів, нанопокриттів.

Заняття **5 і 6 «Перспективи практичного використання і розробки в Україні» і «Внесок українських учених у розвиток нанотехнологій»** рекомендуємо як навчальні проекти. Крім того, програмою передбачено виконання проектів з таких тем.

1. Оксидні нанотрубки, їх застосування.
2. Біосенсори на основі нанодротів.
3. Графен – перспективи застосування в галузях промисловості.

Тема II. Полімерні композитні матеріали

Поняття, що вивчаються у даній темі, учням частково відомі з курсу хімії 9 і 10 класів. Але цілісної картини про полімерні композиційні матеріали учні не мають. На початку вивчення теми варто запропонувати учням пригадати, що вони знають про полімерні матеріали, що таке композити. Вивчення даної теми пропонуємо спланувати на **8** занять. Розглянемо деякі поняття, на які треба звернути увагу.

1. Композити. Структура і класифікація полімерних композитів.

Що ж таке композиційні матеріали? Слово композит (від лат. *compositio* – складання, створення) у даному контексті трактується не лише як «складний, неоднорідний», а передусім як штучно виготовлений матеріал, спеціально сконструйований для забезпечення певних властивостей.

Композиційними називають матеріали, в яких:

- можна виділити матрицю й наповнювач, що мають різні функції і розділені виразною межею розподілу;
- структура армування забезпечує спеціальні властивості, які не є наслідком простого поєднання характеристик компонентів;
- мають масштабний ефект міцності, тобто відбувається її посилення внаслідок малого діаметра наповнювача.

Надзвичайно велика кількість створених і перспективних композиційних матеріалів зумовлена можливістю зміни компонентів, структури, технології.

Класифікацію можна проводити на різних рівнях і згідно з різними принципами:

- за хімічним складом компонентів;
- за формою армованих елементів;
- за схемою армування;
- за технологією виробництва або конструкційним призначенням.

2. Полімерні матриці. Термореактопласти, їхні види, властивості та застосування.

У полімерних композиційних матеріалах роль безперервної фази – *матриці*, в якій розміщується наповнювач, виконують полімери. Полімерна матриця призначена для передачі навантажень каркаса з волокон, що зміцнює матеріал для збереження форми конструкції. Від складу і властивостей полімерної матриці залежать такі експлуатаційні та технологічні властивості, як термостійкість, тривала міцність, здатність до деформацій в умовах статичних і динамічних навантажень, хімічна стійкість, здатність до переробки.

Пластмаси відповідно до поведінки під час нагрівання можна поділити на два великі класи: термо- та реактопласти.

Термопласти, або термопластичні полімери, під час нагрівання розм'якшуються, а під час охолодження тверднуть без зміни властивостей. Здатність формуватися зберігається і в разі повторних переробок. Молекули термопластів мають лінійну або розгалужену форму.

Реактопласти, або термореактивні полімери, під час нагрівання спочатку набувають пластичності або плавляться, а потім переходять у твердий нерозчинний і неплавкий стан. Процес тверднення реактопластів є незворотним.

Типовими полімеризаційними термопластичними полімерами є поліетилен і полівінілхлорид, що їх добувають полімеризацією відповідно етилену та вінілхлориду. Типовими поліконденсаційними термореактивними полімерами є амінопласти та фенопласти, що їх добувають поліконденсацією відповідно карбаміду (сечовини) або фенолу з формальдегідом. Про більшість цих речовин учням відомо, тому вивчення має ґрунтуватися на здобутих раніше знаннях з даної теми.

3. Епоксидні й фенолоформальдегідні смоли. Епоксидні полімери, що їх було відкрито понад півсторіччя тому, стали в наш час важливим, а часто просто незамінним складником синтетичних полімерних матеріалів. Нині епоксидні в'язучі матеріали лідирують серед інших відомих типів в'язучих, що використовуються у виробництві полімерних композиційних матеріалів.

Найбільшого поширення серед епоксидних олігомерів набули олігомери, синтезовані на основі епіхлорогідрину (гліцидилу) та дифенілолпропану (бісфенолу А) – діанові епоксидні смоли. Для тверднення епоксидних смол використовують різні смоли, наприклад фенолоформальдегідні, аміноформальдегідні.

4. Фенолоформальдегідні смоли (ФФС).

Перші продукти конденсації фенолів з альдегідами було добуто в 1872 р. А. Байером, який установив факт утворення смол з фенолів і формальдегіду в присутності хлоридної кислоти. Довгостроковий прогноз показав, що на відміну від інших полімерів для фенольних смол характерні надійність джерел природної сировини і відносно стабільна низька вартість. ФФС належать до найбільш термостійких органічних полімерів.

Фенолоформальдегідні смоли за хімічною будовою поділяють на дві групи: *новолакові смоли* та *резольні смоли*. Новолакові смоли під час нагрівання не переходять у неплавкий і нерозчинний стан, тобто не змінюють своїх властивостей (термоактивні). На противагу їм резольні смоли під час нагрівання переходять у неплавкий і нерозчинний стан (термореактивні).

Крім ФФС у виробництві композиційних пластиків широко використовують аміноформальдегідні смоли на основі карбаміду, меламіну та їхніх сумішей.

5. «Кремнійорганічні смоли». Це найскладніші за складом та найменш вивчені смоли, що їх добувають з органохлоросиланів загальної формули R_nSiCl_{4-n} (R – метильний, етильний, фенільний або вінільний радикал; $n = 0, 1, 2, 3$). Під час синтезу смол проводять сумісний гідроліз сумішей моно-, ди-, три- і тетрахлоросиланів у різних комбінаціях або поєднання

продуктів гідролізу різних органохлоросиланів. Потім продукти гідролізу зазнають поліконденсації до утворення смол.

Наступні теми в розділі: **6.** «Термопласти, їхні види, властивості та застосування. Поліетилен. Поліпропілен. Політетрафлуоретилен. Поліацеталі, естери»; **7.** «Полібутилентерефталат. Полікарбонати. Поліаміди»; **8.** «Наповнювачі, їхні види та характеристика. Гібридні композити». Учні можуть розглядати ці теми самостійно, оскільки це не потребує спеціальної підготовки. Інформація про речовини, що розглядаються, доступна з багатьох джерел, у т. ч. з інтернету: https://cpsm.kpi.ua/nauka/knigi/gon_kov_tehnkompmater-2007.pdf

<https://zavantag.com/docs/427/index-1999987.html?page=3>

Роботу над цими темами рекомендуємо організувати в малих групах, виконуючи навчальні проекти. Також можна запропонувати виготовлення наочних колекцій за відповідними темами.

Тема III. «Зелена» хімія та сучасні технології

Цей розділ програми містить дві теми: «"Зелена" хімія – основні напрями та перспективи розвитку» та «Біотехнологія – сучасний напрям розвитку науки». Обидві теми знайомі учням з курсу хімії та біології 11 класу, а тому заняття можна провести у формі *воркшопу* (англ. *workshop* – майстерня) або *(не)конференції* (міні*EdCamp*) (едкемп). Це сучасні форми організації навчання, що їх можна використовувати

на етапі узагальнення або підсумовування вивчення теми, курсу.

Воркшоп – навчальний захід (нарівні із семінарами, курсами тощо), під час якого учасники здобувають знання самостійно. Основні відмінності воркшопу від заходів іншого типу – це висока інтенсивність групової взаємодії, активність і самостійність учасників, актуальний досвід й особисте переживання. Експерт, ведучий, керівник воркшопу допомагає учасникам визначити мету, завдання високопродуктивної майстерні, добирає методи та прийоми для активного дослідження.

Учасники користуються власним досвідом, знаннями й уміннями, набутими з теми воркшопу. Вони діляться ними з іншими учасниками заходу. Ведучий уміло контролює процес, спрямовує діяльність групи.

За такої форми навчання наголос робиться на динамічному знанні. Відповідальність за результат освітнього процесу розподіляється між учасниками й учителем, який виступає у ролі тьютора. Кожний учасник воркшопу отримує індивідуальне рішення конкретного завдання. Результативність заходу визначається внеском учасників.

EdCamp – конференції, що їх проводять самі учасники; як правило, їх називають *(не)конференціями*. *Edcamp* призначені для набуття інтерактивного досвіду з певної галузі, предмета, курсу. Перші (не)конференції було проведено ще у 2010 р. у Філадельфії для допомоги учителям та іншим зацікавленим особам. Міні*Edcamp* можна проводити й з учнями переважно старшої школи.

НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА КУРСУ ЗА ВИБОРОМ «ВИБРАНІ ПИТАННЯ ШКІЛЬНОГО КУРСУ БІОЛОГІЇ. 11 клас»

Тетяна КОРШЕВНЮК, кандидат педагогічних наук, старший науковий співробітник, провідний науковий співробітник відділу біологічної, хімічної та фізичної освіти НАПН України

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Курс призначений для учнів 11 класу, які виявляють пізнавальний та/або професійний інтерес до біології, і тих, хто складатиме ЗНО з біології. Зміст курсу орієнтований на актуалізацію й систематизацію теоретичного матеріалу про молекулярний і клітинний рівні організації життя, відпрацювання практичних умінь розв'язувати елементарні вправи і задачі з молекулярної біології й генетики. Як свідчать

© Коршевнюк Т. В., 2021

результати ЗНО з біології, упродовж останніх років рівень засвоєння цих елементів змісту шкільного курсу біології був недостатньо високим.

Згідно з навчальними програмами предметів «Біологія. 6 – 9 класи» і «Біологія і екологія. 10 – 11 класи» на рівнях стандарту і профільному хімічний склад живого, структурно-функціональна організація клітини, обмін речовин і перетворення енергії, особливості мітозу та мейозу вивчають у 9 і 10 класах. В 11 класі повторення й узагальнення цього матеріалу не