

УДК 372.854+543.2

Визначення сполук Феруму в ході учнівського ужиткового експерименту

У даній статті мова іде про можливість застосування ужиткового експерименту при вивченні якісних реакцій катіонів Феруму. Розглядається можливість виявлення сполук Феруму за допомогою реактивів доступних у побуті. Проведено визначення чутливості якісних реакцій катіонів Феруму, відібраних для застосування в ужитковому експерименті.

In this article we are talking about the possibility of using applied experiment in the study of qualitative reactions iron cations. The possibility of detection of iron compounds using reagents available at home are reviewed. A determination of sensitivity of qualitative reactions iron cations selected for use in the applied experiment was done.

Головною метою сучасної шкільної освіти в Україні є формування і виховання молоді, здатної до саморозвитку, опрацювання різноманітної інформації, використання одержаних знань, необхідних для подальшого життєвого і професійного вибору, до життя у епоху інформаційного суспільства. Враховуючи передовий досвід зарубіжної системи освіти та прагнення до інтеграції української системи освіти у світовий освітній простір, можна зробити висновок, що природнича освіта в Україні повинна стати більш практичною.

Якщо подумки простежити історичний шлях хімічної науки, то можна переконатися в тому, що в її розвитку провідне місце належить експерименту. Всі вагомі відкриття в хімії є результатом узагальнення численних експериментальних фактів. Пізнання природи і властивостей речовин досягається за допомогою хімічного експерименту, він розкриває взаємозв'язки і взаємозалежності між ними. Хімія – експериментально-теоретична наука, тому при вивченні її основ важливу роль відіграє хімічний експеримент – складова частина навчально-виховного процесу.

Шкільний хімічний експеримент в навчальному процесі реалізується через широке впровадження різних його видів: демонстраційних і лабораторних дослідів, практичних робіт, позакласних спостережень, домашніх дослідів.

Ужитковий експеримент – експеримент, під час проведення якого використовують разом із традиційними ті специфічні об'єкти та(або) інструменти дослідження, які зазвичай застосовують у побуті [5, с. 9].

Його метою є формування наукового світогляду учня на основі засвоєння системи знань про речовини та їх перетворення, формування життєвої та соціальної компетентностей учня, навичок безпечного поводження з речовинами у побуті, розкриття ролі хімії у забезпеченні добробуту людини. У курсі школи з перших уроків хімії важливо навчити учнів навичкам дослідження речовин [1].

На нашу думку, використання в процесі навчання хімії ужиткового експерименту дозволяє розв'язати низку важливих проблем:

1) Показати важливість хімічних знань у повсякденному житті і побуті, їх практичну значущість. Окремі методисти [1] відзначають, що однією з головних проблем сучасного шкільного курсу хімії є відірваність практичних та лабораторних робіт від життя.

2) Провести хімічні дослідження в умовах недостатньої забезпеченості кабінетів хімії реактивами та обладнанням, що виникла як в наслідок скрутної економічної ситуації в країні, так і через низку законодавчих актів, що забороняють використання та зберігання важливих хімічних реактивів. Використання засобів побутової хімії, лікарських препаратів, харчових продуктів частково розв'язує проблему дефіциту хімічних реактивів.

3) Створити умови для активізації самостійної роботи учнів, збільшення інтересу до вивчення хімії, прагнення до здобування знань та подолання «хемофобії». використання хімічного експерименту ужиткового характеру сприяє створенню близьких до реалій життя проблемних ситуацій, формулюванню експериментальних задач, для розв'язування яких учні

мобілізують свої знання, уміння, досвід. Наприклад, експериментальна перевірка інформації з рекламного ролика, статті з журналу чи газети, етикетки чи інструкції до певного засобу дають змогу виявити протиріччя, а для його розв'язання – застосувати дослідницький метод, попередньо спланувавши дослідження, зробити висновки, важливі в особистісному плані. У результаті знання перетворюються на переконання, формується життєва компетентність.

Досліди ужиткового характеру за умови правильного вибору методичних прийомів їх проведення є вагомим підґрунтям для організації проектної діяльності учнів [3; 4].

Ферум є елементом, що надзвичайно поширений як у природі, так і в побуті. Вивчення хімії Феруму та його сполук займає важливе місце у шкільному курсі хімії. Для виявлення Феруму у складі об'єктів навколишнього середовища використовуються якісні реакції. В шкільному курсі хімії вивчаються тільки найбільш поширені якісні реакції катіонів Феруму: реакції з гексаціанофератами калію та солями, що містять тіоціанат-йони (SCN^-). Дані реакції є чутливими та специфічними, але реактиви для їх здійснення не мають побутового значення, отже знаходяться тільки у хімічних лабораторіях. Саме тому виникає необхідність розглянути можливість застосування таких реактивів, що є доступними для школярів і безпечними у застосуванні.

У побуті Ферум представлений простою речовиною – залізом, що є основою низки сплавів (чавун, сталі). Як у природі, так і у побуті сполуки Феруму представлені солями, що містять катіони Fe^{2+} та Fe^{3+} : природні мінерали (гематит, магнетит), засоби догляду за рослинами (залізний купорос), лікарські препарати, природні та водопровідна вода, що містять розчинені солі Феруму, іржа на металевих виробках тощо.

Катіони Fe^{2+} є досить сильними відновниками, що в присутності кисню повітря досить швидко перетворюються на катіони Fe^{3+} , що ускладнює їх виявлення. Але, з іншого боку, присутність катіонів Fe^{3+} дозволяє легко

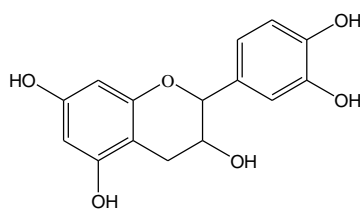
відрізнити будь-які сполуки Феруму від сполук інших елементів, що і є основною метою проведення якісного аналізу у побутових умовах. Тому, навіть якщо в складі сполуки присутні катіони Fe^{2+} (наприклад, у залізному купоросі), ми рекомендуємо перед визначенням ужитковими методами перетворити їх у більш стійкі катіони Fe^{3+} дією розчину гідроген пероксиду або кисню повітря (інтенсивним збовтуванням розчину) бажано у кислому середовищі для запобігання гідролізу солей Феруму(III), що при цьому утворюються. Для створення кислого середовища можна використати розведену сульфатну кислоту (акумуляторний електроліт), харчовий оцет, лимонну кислоту тощо.

Взагалі, сама реакція окиснення солей Феруму (II) у недостатньо кислому середовищі, що призводить до утворення осаду основних солей Феруму (III) характерного жовто-бурого або бурого кольору, уже сама може служити якісною реакцією на катіон Fe^{2+} .

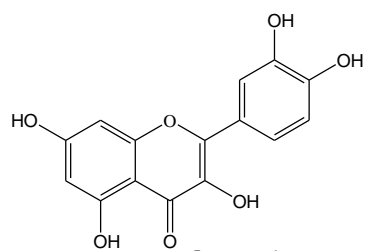
Нижче ми розглянемо три якісних реакції на катіони Fe^{3+} , виконання яких у побутових умовах є, на нашу думку, найбільш доцільним, безпечним і цікавим.

Якісна реакція катіонів Fe^{3+} з поліфенолами чаю.

Таніни (таніди та дубильні речовини) – сполуки рослинного походження, які являють собою поліфеноли – ароматичні сполуки, що містять декілька фенольних функціональних груп. Таніни містяться у багатьох рослинах. Особливо багато їх у чайному листі. При заварюванні чаю велика їх частина переходить у розчин. З різних сортів чаю виділено більше 30 видів поліфенольних сполук: катехіни, флавоноїди, антоціанідини, фенолокислоти тощо [6].



Епікатехін



Флавоноїд кверцетин

Через вміст у чаї сполук, що мають фенольні функціональні групи, при змішуванні чаю із розчином, що містить катіони Fe^{3+} , виникає забарвлення від синьо-фіолетового до майже чорного внаслідок утворення комплексних сполук. У кислому середовищі аналітичний ефект послаблюється або взагалі відсутній, а в лужному середовищі чай набуває стійкого коричневого кольору і маскує очікуване забарвлення.

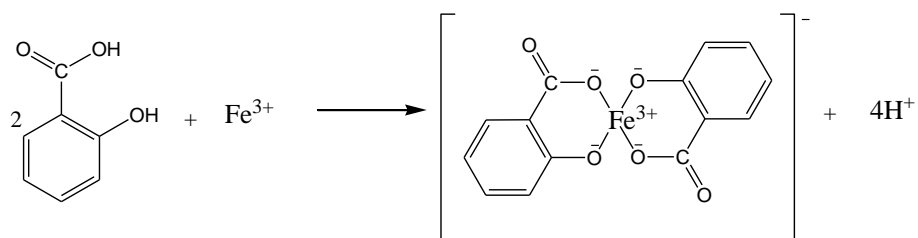
Дана реакція цікава також тим, що дозволяє визначати і вміст поліфенолів у чаї, використовуючи розчини солей Феруму [7].

Таким чином, можна пригадати і якісну реакцію на феноли, що вивчається у шкільному курсі хімії. Оскільки кількість танінів залежить від сорту чаю, його якості, умов приготування, то дана реакція може бути використана для учнівських досліджень харчової цінності чайних продуктів, зокрема вмісту в них поліфенолів, які є активними антиоксидантами і антидотами – корисними для здоров'я людини сполуками.

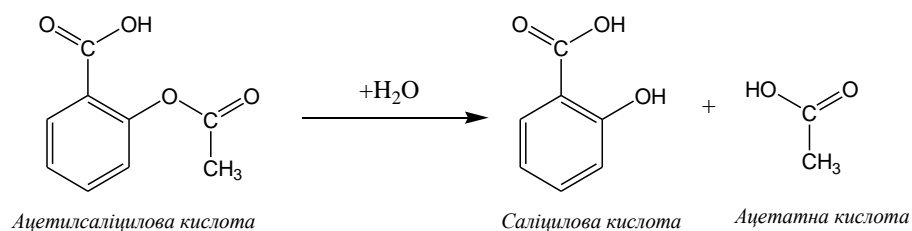
Нижче схематично зображено взаємодію катіонів Феруму ($3+$) з поліфенольними сполуками.

Якісна реакція катіонів Fe^{3+} із саліциловою кислотою.

Катіони Fe^{3+} утворюють із саліциловою кислотою стійкі інтенсивно-забарвлені комплексні сполуки, що в залежності від рН розчину мають різне забарвлення. У слабо кислому і нейтральному середовищі утворюються комплексні йони $[Fe(Sal)_2]^-$, що надають йому рожево-фіолетового забарвлення.



Джерелом саліцилової кислоти є ацетилсаліцилова кислота – діюча речовина препарату «Аспірин» та деяких інших жарознижуючих засобів.



Для приготування реактиву таблетку «Аспірин» (0,5 г ацетилсаліцилової кислоти) необхідно розчинити приблизно у 50 см³ дистильованої води і нагріти до кипіння. Нагрівання продовжують протягом кількох хвилин, після чого розчин залишають охолоджуватись і відстоюватись. Прозорий розчин після відстоювання і охолодження використовують для виявлення катіонів Феруму(3+). Великі кількості лимонної кислоти суттєво знижують чутливість даної реакції, оскільки цитрат-йони утворюють безбарвні комплекси з катіонами Fe³⁺.

Якісна реакція катіонів Fe³⁺ з анальгіном.

Катіони Fe³⁺ утворюють з метамізолом натрію – діючою речовиною препарату «Анальгін» – продукти окисно-відновної взаємодії, що мають темно-синє забарвлення, яке поступово переходить у темно зелене, а потім в помаранчево-жовте [2].

Для приготування реактиву необхідно розчинити таблетку «Анальгін» (0,5 г метамізолу натрію) у приблизно 50 см³ дистильованої води.

Для усіх трьох реакцій нами була проведена оцінка їх чутливості. Для проведення даної оцінки було приготовано розчин ферум(III) хлориду концентрацією 0,1 моль/дм³. Потім було приготовлено серію розведень даного розчину, внаслідок чого було отримано розчини з концентраціями катіонів Fe³⁺ 0,01; 0,001; 0,005; 0,0001 та 0,00001 моль/дм³. Для виконання дослідження відбиралась аліквота розчину ферум(III) хлориду відповідної концентрації об'ємом 1 см³, після чого до кожної окремої аліквоти додавали 1 см³ відповідного реагенту (чай, розчин ацетилсаліцилової кислоти та метамізолу натрію). Визначали мінімальну концентрацію катіонів Fe³⁺ у розчині, за якої в даних умовах виникав чітко помітний аналітичний ефект.

Попутно вивчали вплив кислотності середовища на виникнення аналітичного ефекту та чутливість реакції.

За результатами проведених досліджень було з'ясовано:

1) Чаєм стандартної концентрації (пакетик чаю на 200 мл склянку окропу) можна виявити катіон Феруму(3+) за його концентрації понад $0,0001$ моль/дм³. Найбільш сприятливим середовищем для здійснення реакції є слабо кисле або нейтральне.

2) Розчин гідролізованого «Аспірину» дозволяє виявити катіони Fe^{3+} за їх концентрації на рівні $0,0001$ моль/дм³. У лужному середовищі чутливість реакції зменшується, оскільки утворюються комплексні йони $[Fe(Sal)_3]^{3-}$, що надають розчину візуально менш помітного жовтого забарвлення.

3) Розчином «Анальгіну» можна виявити присутність катіонів Fe^{3+} , за їх концентрації усього $0,01$ моль/дм³, але у кислому середовищі чутливість реакції підвищується до межі виявлення порядку $0,0001$ моль/дм³.

На нашу думку, якісні реакції ужиткового характеру на катіони Феруму доцільно використовувати у 10 класі, при вивченні хімії металів, зокрема теми «Ферум як представник металічних елементів побічних підгруп. Фізичні та хімічні властивості заліза, сполуки Феруму(II) і Феруму(III)». Якщо програмою передбачена практична або лабораторна робота з даної теми, то можна розширити асортимент якісних реакцій, що вивчаються, провівши досліди ужиткового характеру під час цих робіт, заздалегідь попередивши учнів, що треба взяти з собою для виконання роботи. Обов'язково потрібно акцентувати увагу про важливість застосування даних реакцій у побуті.

Розглянуті нами якісні реакції виявлення катіонів Fe^{3+} є безпечними, не потребують складного обладнання для їх проведення, а також є досить чутливими і селективними. Тому вони можуть бути рекомендованими для використання як на уроках, так і на заняттях гуртків хімічного та

екологічного напрямів, для проведення самостійних домашніх дослідження та проведення науково-дослідних учнівських робіт.

Використання якісних реакцій ужиткового характеру може збільшити зацікавленість дітей у вивченні хімії, розкрити практичну значущість хімії, та хімічного аналізу зокрема.

Список використаних джерел

1. Барановська Л. Ужитковий хімічний експеримент як засіб підвищення інтересу до хімії / Л. Барановська // Хімія. – 2009. – №2. – С. 4-10.
2. Белоусова Д. Оценка качества лекарственных препаратов на основе ацетилсалициловой кислоты и метамизола натрия [Электронный ресурс] / «Проба пера» Естественные и математические науки : Материалы VI школьной международной заочной научно-исследовательской конференции. – Новосибирск: Изд. «СибАК», 2013. – Режим доступа к статье: <http://sibac.info/index.php/2009-07-01-10-21-16/7343-2013-04-13-00-46-58>
3. Грабовий А. Шкільний хімічний експеримент як педагогічна система / Андрій Грабовий // Рідна школа. – 2008. – №12. – С. 31-35.
4. Кизенко В. І. Особливості застосування методів навчання на факультативних заняттях / В. І. Кизенко, Ю. І. Мальований // Біологія і хімія в школі. – 2002. – №5. – С. 18-22.
5. Формування ключових компетентностей учнів : методичний посібник / Укладач Дячковська Л. К.; Навчально-методичний центр професійно-технічної освіти у Миколаївській області. – Миколаїв, 2012. – 160 с.
6. Чайные полифенолы и другие продукты окисления [Электронный ресурс] / Институт чая пуэр. – Режим доступа к статье: <http://puercha.ru/?p=290>.
7. Mole, S. A critical analysis of techniques for measuring tannins in ecological studies / Mole S.; Waterman P.G. // Oecologia. – Springer-Ferlag, 1987. – №72. – P. 137-147