

М. І. УСАНОВИЧ – ТВОРЕЦЬ УЗАГАЛЬНЕНОЇ ТЕОРІЇ КИСЛОТ І ОСНОВ

Камінський О.М., Гвоздівський Є.Є., Мацієвський О.Е.
Житомирський державний університет ім. І. Франка



В 1981 році московське видавництво «Мир» випустило з друку книгу німецьких авторів «Біографії великих хіміків». Серед тих кого автори цієї книги віднесли до числа знаменитостей є і М. І. Усанович. Про наукову діяльність цього видатного вченого-хіміка, академіка, заслуженого діяча науки мало хто знає навіть на його «малій батьківщині» - у Житомирі.

Мета нашої роботи – дослідити історичний процес розвитку уявлень про кислоти і основи та розкрити роль в цьому процесі нашого земляка – М. І. Усановича.

Народився Михайло Усанович 16 червня 1894 року у місті Житомирі, у родині відомого лікаря-дантиста, що мешкала в триповерховому будинку по вулиці Михайлівській, 22 (нині тут музична школа). Освіту здобував у Першій житомирській чоловічій гімназії (нині тут фізико-математичний факультет Житомирського університету ім. І. Франка) і в Київському університеті на природничому відділенні фізико-математичного факультету. Наукову діяльність розпочав співробітником біогеохімічної лабораторії Академії наук України, яку створив академік В. І. Вернадський. Надалі молодому Михайлу

Усановичу довелося працювати в кількох установах Житомира і Києва. Зокрема в 1920 році в Житомирському інституті народної освіти (тепер фізико – математичний факультет) та викладати хімію в школах рідного міста тощо.

Перші наукові уявлення про кислоти і основи почали з'являтися десь із середини XVII століття. Тоді вже дещо знали про кислоти, луги і продукти їх взаємодії – солі. Це був період, коли висувалися і відкидалися механічні, флогістонні, кисневі і водневі теорії кислот, кожна з яких пов'язувалась з певним носієм кислотності. У зв'язку з розвитком хімії число речовин, що мали кислотні властивості постійно зростало і вони не вписувалися в рамки тієї чи іншої теорії.

Створення С. Арреніусом теорії електролітичної дисоціації (1887) – це досить важливий етап на шляху розвитку уявлень про кислоти і основи. Згідно цієї теорії кислота і основа – це сполуки, що утворюють при дисоціації у воді гідроген-йони і гідроксид-йони відповідно. Дана теорія добре пояснювала електропровідність водних розчинів. Проте вона неспроможна була пояснити, що відбувається з речовинами у неводних розчинах і в газовому середовищі.

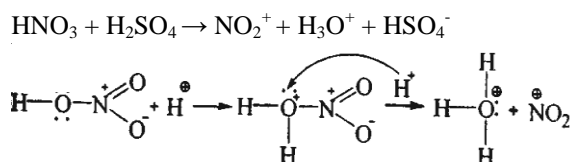
Факти такого роду сприяли появі у 1928 – 1929 роках чергової теорії кислот і основ Йохансена Бренстеда і Томаса Лоурі. Відповідно до цієї теорії, кислота – це речовина, що прагне віддати протон, а основа – речовина, що прагне його приєднати. Бренстед і Лоурі вже відмовилися від ОН-групи як єдиного носія основності, тобто вони вийшли за межі водних розчинів. Однак вони не відмовлялися від твердження: гідроген є єдиним носієм кислотності, хоча в той час уже було відомо: не всі кислоти містять протон.

Такими були уявлення про кислоти і основи, коли М. І. Усанович приступив до вивчення електропровідності неводних розчинів.

Він почав займатися дослідженням неводних розчинів електролітів. Як розчинник Михайло Ілліч вибрав етери, у яких діелектрична стала була близька до діелектричної постійної води. У дослідах з'ясувалося, що в діетилетері стибій хлорид проводить струм, а в іншому етері, анізолі, - ні. Усанович зробив висновок, що різне поведження галоїдів в анізолі і в діетилетері не пов'язане з їх діелектричною сталою. Компоненти розчину взаємодіють хімічно, і в результаті з'являється електроліт, тобто йони. Але оскільки з йонів складаються солі, а сіль, у свою чергу, - продукт кислотно-основної взаємодії, то звідси випливає, що електропровідність розчину виникає в результаті кислотно-основної взаємодії між його компонентами: стибій хлоридом і етером. Усанович припустив, що в цих розчинах утворюється сіль, подібна оксонієвим, і виходить, що стибій хлорид - кислота. Таким чином, вивчаючи причини електропровідності розчинів, він прийшов до необхідності більш загального визначення кислот.

Вчений усвідомлював те, що його припущення вимагають всебічного підтвердження. Він вивчив кілька систем, утворених $SbCl_3$ з органічними основами, що не належать до класу етерів, зокрема з піридином. До своєї радості, він виявив, що при цьому також утворюється сіль. Далі Усанович у такий же спосіб довів кислотність $AlCl_3$, $AsBr_3$, PBr_3 і інших подібних сполук, які ніяк не можуть бути кислотами відповідно до теорії Бренстеда, оскільки не містять протона. Вперше він коротко написав про це в 1932 році в «Журналі загальної хімії».[2.]

Продовжуючи вивчення електропровідності неводних розчинів, він вибрав як об'єкт дослідження досить складну подвійну систему: $HNO_3-H_2SO_4$, що використовується в реакціях нітрування ароматичних сполук. Механізм цієї реакції вивчали багато хіміків, але тільки М.І. Усанович довів, що дві кислоти, всупереч тодішнім уявленням, реагують між собою. Причому нітратна кислота, будучи сильною кислотою відносно води, відносно більш сильної сульфатної кислоти поводить себе як сильна основа. А це говорить про амфотерність нітратної кислоти:



Малюнок 1. Схема приєднання протонів до молекули кислоти.

Приєднання протону до молекули нітратної кислоти можна пояснити утворенням ковалентного зв'язку за донорно-акцепторним механізмом між вільною орбіталлю атома Гідрогену та неподіленою електронною парою атома Оксигену. Оскільки у Оксигена є дві неподілені е-пари, то й протонів приєднується два. Позитивний заряд протону розподіляється між атомами Гідрогену і атомом Нітрогену, за рахунок чого молекула кислоти розпадається на дві позитивно заряджені частинки: йон гідроксонію (H_3O^+) та йон нітронію (NO_2^+). Цей процес схематично зображено на малюнку (малюнок 1.) [1.]

Така смілива думка вимагала ретельної перевірки. Усанович поставив досліди по нітруванню бензену в присутності різних кислот: сульфатної, оцтової, моно-, ди- і трихлороцтової. В першому випадку реакція пройшла миттєво з утворенням нітробензену. У другому реакція не пішла. У третьому і четвертому досліді реакція спочатку йшла енергійно, а потім зупинилася. При цьому утворилася однакова кількість нітробензену. І нарешті, у присутності трихлороцтової кислоти, рівної за силою із сульфатній, як і очікувалося, реакція протікала бурхливо і до кінця, з утворенням нітробензену. (Бензольне кільце реагує саме із нітронієм-катионом, зміщуючи рівновагу в бік його утворення). Таким чином, Усановичу вдалося одержати перше якісне підтвердження своєї гіпотези про амфотерність нітратної кислоти. [3.]

На весні 1938 року погляди Усановича на проблему остаточно сформувались, і він написав у ЖОХ статтю «Про кислоти і основи». Вона надійшла до друку 7 червня 1938 року, а вийшла у світ в 1939. Звичайно ж Михайло Усанович не знав про те, що всього за кілька днів до цього на іншому континенті американський хімік Гілберт Льюїс послав до друку статтю з такою ж назвою.

В 1938 році ВАК за дослідження в галузі фізики та хімії розчинів присудив йому вчений ступінь доктора хімічних наук. В той час, коли Усанович заявив про свою теорію, він уже працював в Ташкенті, куди його запросили на посаду завідувача кафедрою фізичної хімії Середньоазіатського державного університету і директора Інституту хімії при САГУ. Пізніше він переїхав в Алма-Ату, де пропрацював більше сорока років.

Вчений помер в 1981 році, у день свого народження, у віці 87 років. Він не встиг побачити у видавництві «Мир» книгу німецьких авторів «Біографії великих хіміків», що вийшла в тому ж році, у якій його біографія наводиться поряд з біографіями Д.И.Менделєєва, А.Н.Бутлерова тощо.

Ім'я Усановича Михайла Ілліча дійсно незнайоме більшості житомир'ян, хоча багато результатів його наукової діяльності в області фізичної, неорганічної, органічної, аналітичної хімії стали класичними і потрапили в навчальну та наукову літературу. Він увійшов в історію науки як автор узагальненої теорії кислот і основ.

Головний висновок, що випливає з цієї теорії: кислоти і основи – це не клас сполук; кислотність і основність – це функції речовин. Чи буде речовина кислотою або основою залежить від її партнера, з яким вона вступає в реакцію.

Використана література:

1. Безсонова В.О., Самусенко Ю.В. Урок-слайд-лекція з хімії на тему: «Висвітлення поняття кислотності й основності хімічних сполук в історичному аспекті»/ Зірник наук.праць. Міжнародна науково-практична конференція. Розвиток наукової творчості майбутніх вчителів природничих дисциплін. – Полтава., 2007. – С.406-408.

2. http://uk.wikipedia.org/wiki/Усанович_Михайло_Ілліч.htm.

3. http://www.usfamily.net/web/joseph/vyd_deyat_sov_nauki_evrei.htm.