ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ В МОСКОВСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ ЗА 200 ЛЕТ

Н. А. Фигуровский

Московскому университету исполнилось 200 лет. Основанный по проекту Михаила Васильевича Ломоносова, Московский университет уже два века верно служит народу, являясь крупнейшим рассадником науки, культуры и просвещения. Из университета вышло немало выдающихся государственных и общественных деятелей нашей страны, замечательных ученых, писателей и высококвалифицированных специалистов.

Подлинного развития и расцвета Московский университет достиг за годы Советской власти. В настоящее время университет представляет собой колоссальный, едва ли не самый крупный в мире, научно-учебный центр. Здесь обучается на 12 факультетах около 20 000 студентов и аспирантов — представителей различных народов нашего многонационального Советского Союза и стран народной демократии. Сотни виднейших ученых работают на кафедрах, в лабораториях и других научных учреждениях университета.

Широко известен в нашей стране и за ее пределами химический факультет Московского университета, основанный в 1929 г. В составе 14 кафедр факультета работает несколько десятков химических лабораторий, в которых ведутся исследования по различным актуальным проблемам современной химии. Большое место в учебной и научной работе химического факультета занимают лаборатории физико-химического цикла.

История физической химии в Московском университете начинается с «Проекта об учреждении Московского университета», составленного основоположником физической химии М. В. Ломоносовым. Согласно этому проекту на медицинском факультете университета учреждалась должность «Доктора и Профессора химии», который должен «обучать Химии Физической особливо, и Антекарьской» [1].

Однако идея Ломоносова не была осуществлена. Первые профессора химии университета И. Х. Керштенс, П. Д. Вениаминов и С. Г. Зыбелин были далеки от ломоносовской физической химии и ограничивались в преподавании модными в то время учебниками химии Фогеля и Бургаве [2]. Будучи медиками, они, естественно, главное внимание обращали на преподавание фармацевтической химии. Следует отметить, что острая потребность в образованных металлургах, геологах и пробирерах заставила университет организовать еще в 60-х годах XVIII в. преподавание «минералогии с химией металлургической и доцимастической» (т. е. пробирной). Для практических занятий по химии в университете около 1760 г. была организована химическая лаборатория. Недавно обнаруженная опись имущества этой лаборатории, относящаяся к 1770 г., указывает, что в ней имелись два отдела: пробирного анализа и фармацевтической химии.

В 1804 г. был утвержден новый устав университетов, согласно которому должность профессора химии предусматривалась уже не на медицинском факультете, а на «Факультете Физических и Математических наук». Несмотря на эту реформу, характер преподавания химии в университете изменился мало, так как еще долгое время профессорами химии в университете были исключительно медики — доктора медицины.

Отдельные профессора вели научную работу по химии. Так, Ф. Ф. Рейсс (1778—1852) вскоре после приезда в Москву (1804) предпринял исследования в области зарождавшейся в те годы электрохимии. Он изготовил несколько батарей из серебряных рублей и цинковых кружков и при помощи этих батарей изучал электропроводность речной воды и явления переноса воды в пористых телах под действием тока, Рейсс открыл явления электрофореза и электроосмоса и, таким образом, явился основателем этой важной области коллоидной химии [3].

Ф. Ф. Рейсс занимался исследованиями лишь несколько лет и вскоре полностью оставил работы по химии. Его преемники Р. Г. Гейман (1803—1865) и Н. Э. Лясковский (1816—1871) по существу не вели исследовательской работы в университете.

Преподавание химии в университете было полностью реформировано В. В. Марковниковым, занявшим должность профессора химии с 1873 г.

При В. В. Марковникове и по его инициативе было дифференцировано и расширено преподавание химических дисциплин. Помимо выделения особых курсов неорганической и аналитической химии, в 80-х годах в университете на естественном отделении физико-математического факультета начинает читаться и физическая химия, к важнейшим проблемам которой возникает интерес у ряда преподавателей.

Так, заведующий неорганическим отделением химической лаборатории университета проф. А. П. Сабанеев (1842—1923) начал в 80-х годах серию работ, посвященных определению молекулярных весов коллоидов и другим проблемам коллоидной химии. Почти одновременно развернулись широко известные работы по физической химии И. А. Каблукова. С 1889 г. в университете была открыта специальная термохимическая лаборатория. Ее создатель В. Ф. Лугинин (1834—1911) основал русскую школу термохимиков.

Преподавание физической химии в университете началось в 1885 г. чтением курса «Теоретическая химия». Курс включал учение об элементах, методы определения атомных весов и периодическую систему элементов [4]. Лекции по курсу читал приват-доцент И. А. Каблуков (1857—1942). В следующем году он пополнил свой курс основами термохимии.

Начиная с осеннего семестра 1887 г., курс И. А. Каблукова фигурирует в плане естественного отделения физико-математического факультета под названием «Физической химии» [5]. Курс продолжал пополняться новыми разделами. В 1888 г. он включил учение о химическом сродстве и методах его измерения. С 1889 г. И. А. Каблуков излагает в курсе учение о растворах.

Таким образом систематическое чтение курса физической химии в Московском университете началось значительно ранее, чем в большинстве русских и иностранных университетов.

В 90-х годах курс физической химии стал традиционным. Возник вопрос об учреждении профессуры по физической химии и о приглашении профессора. Однако переговоры с рядом кандидатов, в том числе с В. Оствальдом из Лейпцига, не увенчались успехом. Курс продолжал читать приват-доцент И. А. Каблуков. В 1903 г. он был избран экстраординарным профессором неорганической химии, но еще некоторое время продолжал чтение физической химии, передав затем этот курс молодым доцентам. Параллельно с этим курсом профессор В. Ф. Лугинин в 90-х и 900-х годах вел курс термохимии и калориметрии.

В конце XIX столетия развернулась широкая научная и литературная деятельность И. А. Каблукова в области физической химии. В 1891 г. он издал и защитил диссертацию на степень доктора: «Современные теории растворов (Вант-Гоффа и Аррениуса) в связи с учением о химическом равновесии». Эта работа впервые глубоко познакомила русских химиков с новейшими учениями о растворах, возникшими на Западе. Одновременно И. А. Каблуков расширил и обогатил теоретические взгляды «физи-

ческой теории» растворов представлением о сольватации ионов. Первостепенное научное значение получили экспериментальные данные И. А. Каблукова по электропроводности хлористого водорода в неводных растворителях, а также об электропроводности кислот в спиртоводных смесях, показавшие наличие аномальной электропроводности в неводных растворах, т. е. падение эквивалентной электропроводности с разбавлением.

С 1900 г. начали выходить выпуски «Основных начал физической химии» И. А. Каблукова [6], впоследствии неоднократно переиздававшиеся.

С 1911 г. начинаются важнейшие исследования в области гетерогенного катализа, проведенные в Московском университете Н. Д. Зелинским; в результате его фундаментальных работ удалось разрешить проблему взаимного превращения углеводородов различных классов, выяснить основные закономерности гидрогенизационного катализа и наметить пути к созданию новых теоретических представлений о механизме каталитических превращений.

Следует отметить ценный вклад в электрохимию, сделанный в тот же период профессором А. П. Соколовым, который опубликовал в 1881—1896 гг. несколько экспериментальных работ, посвященных исследованию гальванической поляризации и определению емкости электродов.

Необходимо указать также на три замечательные работы по физической химии, выпущенные в этот период университетскими химиками: диссертацию А. А. Яковкина «Распределение веществ между двумя растворителями в применении к изучению явлений химической статики» (1895), диссертацию Н. А. Шилова «О сопряженных реакциях окисления» (1905) и «Руководства к калориметрии» В. Ф. Лугинина и А. Н. Щукарева (1905).

После 1905 г. курс физической химии в университете вели С. Г. Крапивин, А. В. Сперанский, Н. А. Шилов, А. А. Титов, А. Г. Дорошевский и И. С. Плотников. Последний с 1910 г. читал курс «Капиллярной и коллоидной химии» как один из разделов физической химии.

В исследовательской работе по физической химии в начале XX в. большое место занимают вопросы адсорбции. В 1910 г. и в последующие годы А. А. Титов публикует свои широко известные работы по газовой адсорбции. В 1913 г. появляется диссертация А. В. Раковского «К учению об адсорбции», выполненная в Московской центральной химической лаборатории Министерства финансов. Наконец, с 1915 г., начинаются исследования Н. Д. Зелинского по активированному углю и его применению в противогазе. Следует также отметить выход ряда работ по термохимии В. Ф. Лугинина, В. В. Свентославского, П. В. Зубова и др.

Очень рано в университете начались исследования в области радиологии и прикладной радиохимии. Еще в 1904 г. профессор А. П. Соколов, а затем Вл. И. Вернадский начали исследования природных источников радиоактивности, в частности — минеральных вод, лечебных грязей и пр. Эти работы в дальнейшем (1913—1922) были широко развиты главным образом Вл. И. Спицыным, впервые применившим радиоактивные индикаторы для изучения химических свойств веществ.

Однако подлинного расцвета физическая химия достигла в университете лишь в годы Советской власти. Уже в результате первоначальных мероприятий Советской власти по улучшению университетского образования в 1918—1919 гг. в университете был собран большой коллектив физико-химиков, среди которых надо упомянуть И. А. Каблукова, Е. И. Шпитальского, М. М. Попова, С. Г. Крапивина, А. В. Раковского, Н. Н. Петина, Н. А. Изгарышева, Н. П. Пескова и других. В университете существовала лаборатория неорганической и физической химии, руководившаяся И. А. Каблуковым. Из этой лаборатории в 1925—1926 гг. выделилась самостоятельная лаборатория физической химии.

Как известно, в годы восстановительного периода Н. Д. Зелинский

начал широкие исследования по дегидрогенизационному катализу. С этого времени проблема катализа, кинетики каталитических превращений, изучение специфического действия отдельных катализаторов и другие вопросы катализа получили в университете широчайшее развитие и стали основными в деятельности ряда физико-химиков университета.

Вместе с этим, в годы восстановительного периода были начаты, также получившие в дальнейшем широкое развитие, работы по теоретической и прикладной электрохимии под руководством Е. И. Шпитальского. Им было положено начало в Московском университете исследованиям электродных потенциалов и, в частности, водородного перенапряжения на ртутном катоде. Е. И. Шпитальский открыл в 1918 г. явление электрополировки. Под руководством Е. И. Шпитальского в 20-х годах велись работы прикладного характера.

В годы восстановительного периода и в первые годы индустриализации, помимо основного курса, читавшегося Е. И. Шпитальским, имелись и специальные курсы физической химии. А. В. Раковский читал курс химической термодинамики, И. А. Каблуков — курс электрохимии, химического равновесия и правила фаз, М. М. Попов — курс термохимии. Лабораторией физической химии заведывал Е. И. Шпитальский.

При организации в 1929 г. химического факультета была учреждена кафедра физической химии под руководством А. В. Раковского (1879—1941). Кафедра имела в своем составе шесть лабораторий: технической электрохимии (руководитель А. Н. Фрумкин), контактных процессов основной химической промышленности (руководитель Н. Н. Петин), галургии (руководитель А. В. Раковский), термохимии (руководитель М. М. Попов), фотохимии (руководитель А. И. Рабинович) и коллоидной химии (руководитель В. А. Наумов).

В годы индустриализации сказалось все значение физической химии в решении важнейших проблем, выдвигавшихся строительством промышленности и в первую очередь химической промышленности. Химический факультет университета в эти годы откликнулся на запросы народного хозяйства, завязал тесные связи с отдельными производствами и организовал ряд лабораторий по прикладной физической химии.

Основными проблемами исследования в области физической химии в университете в годы индустриализации были: гомогенный и гетерогенный катализ и теоретическая и прикладная электрохимия. Работы по этим проблемам, начатые под руководством Е. И. Шпитальского, проводились на кафедре физической химии Н. Н. Петиным, А. Д. Функом, Н. И. Кобозевым, Б. А. Коноваловой, В. В. Монблановой и др. Особенное значение получили исследования по теории промежуточных стадий в катализе.

Проблемой изучения кинетики химических процессов и гомогенного катализа, изучения равновесий в трехкомпонентных системах и рядом других проблем занимался один из видных сотрудников Е. И. Шпитальского — Н. Н. Петин (1882—1941). Из его сотрудников и учеников назовем Е. И. Бурову, О. Г. Немкову, А. В. Командина, А. В. Памфилова, Г. А. Богданова, М. С. Голомбик, К. В. Топчиеву, В. И. Нестерову.

Широкий размах в годы индустриализации получила научная и литературная деятельность заведующего кафедрой физической химии А. В. Раковского. Под его руководством изучаются равновесия в тройных и четверных водно-солевых системах (Д. Н. Тарасенков, Я. И. Герасимов, А. В. Бабаева), ведутся исследования по химии гетерополисоединений (Е. А. Никитина). А. В. Раковский издает ряд курсов и пособий по неорганической химии, по химической термодинамике, курс «Приложения математики к химии» и др.

В 1932 г. появилась работа Н. И. Кобозева и Н. И. Некрасова по механизму выделения водорода на различных металлах. Авторы впервые указали на связь между водородным перенапряжением и адсорбцией атомов на металле.

В лаборатории термохимии было выполнено большое количество экспериментальных исследований. Руководителем лаборатории М. М. Поповым было составлено ценное пособие для термохимических исследований «Термометрия и калориметрия» (1934).

С 1930 по 1933 г. химический факультет университета был в составе Единого московского химико-технологического института (ЕМХТИ), а затем был реорганизован в Московский исследовательский химический институт (МИХИ). После возвращения в университет в период с 1933 по 1941 г. в состав кафедры физической химии входили следующие лаборатории: химической термодинамики (зав. А. В. Раковский), термохимии им. В. Ф. Лугинина (зав. М. М. Попов), кинетики и катализа (Н. Н. Петин и Н. И. Кобозев).

В лаборатории термодинамики исследовались равновесия сульфидов металлов с водородом при высоких температурах (Я. И. Герасимов), упругость пара хлоридов металлов и их смесей (Д. Н. Тарасенков). Под руководством Н. Н. Петина и Н. И. Кобозева велись исследования по химической кинетике, гомогенному и гетерогенному катализу, изучались процессы на границе двух жидких фаз. В этот же период было выполнено много исследований прикладного значения по запросам промышленности.

В термохимической лаборатории под общим руководством М. М. Попова были разработаны методики точных калориметрических измерений и проведено калориметрическое исследование многих химических реакций и физико-химических процессов (К. Г. Хомяков, С. М. Скуратов, Н. Н. Феодосиев, Ю. П. Симанов, В. А. Холлер и др.).

Руководитель кафедры физической химии А. В. Раковский в этот период подготовил и издал два учебных пособия по физической химии для университетов: «Введение в физическую химию» (1938) и «Курс физической химии» (1939), в течение ряда лет служивших основным учебником физической химии во многих высших учебных заведениях страны.

В 1933 г. была организована самостоятельная кафедра электрохимии. С этого времени под руководством А. Н. Фрумкина велись исследования по водородному перенапряжению, механизму возникновения потенциалов газовых электродов и структуре двойного электрического слоя, по электрическим свойствам поверхности раздела растворов поверхностно-активных веществ — газ и др. В этих работах принимали участие З. А. Иофа, А. И. Шлыгин, М. А. Герович, Г. П. Хомченко, А. И. Федорова и др.

В январе 1933 г. была учреждена кафедра коллоидной химии. Заведующим был назначен В. А. Наумов, помощником которого был Б. В. Ерофеев. В 1938 г. зав. кафедрой был назначен А. И. Рабинович (1893—1942), под руководством которого были развиты широкие исследования по устойчивости лиофобных систем, по электрокинетическим явлениям и по мембранным равновесиям. Здесь же велись работы по теории фотографического проявления. Из числа работников кафедры назовем И. Н. Путилову и В. А. Виленского.

Начавшаяся война прервала налаженную работу лабораторий и внесла большие осложнения в учебную и научную жизнь химического факультета. Осенью 1941 г. основной состав сотрудников лабораторий физической химии был эвакуирован из Москвы. Однако с 1 декабря 1941 г. в Москве начали собираться оставшиеся сотрудники факультета и вскоре начались занятия. Для руководства кафедрой физической химии был приглашен А. В. Фрост (1906—1952).

Естественно, что тематика исследования в годы войны, как московской группы физико-химиков, так и ашхабадской (в эвакуации), значительно изменилась. Преобладающее место заняли работы прикладного и оборонного характера. Разрабатывались следующие основные физико-химические проблемы: 1) поверхностные явления и их значения при химических процессах; 3) коррозия металлов и борьба с нею; 3) термодинамика пирометаллургических процессов; 4) эмульсионные смазки и др.

К концу войны химический факультет имел в своем составе четыре кафедры физико-химического цикла: физической химии, электрохимии, коллоидной химии, химической кинетики. Кафедрой физической химии заведывал А. В. Фрост, кафедрой электрохимии — А. Н. Фрумкин, кафедрой коллоидной химии — П. А. Ребиндер, кафедрой химической кинетики — Н. Н. Семенов.

Мы не можем здесь, даже в общих чертах, характеризовать широкую и многогранную деятельность кафедр физико-химического цикла Московского университета, многочисленных лабораторий и отдельных исследователей. Поэтому мы принуждены ограничиться лишь беглым обзором структуры и основных направлений работ кафедр и лабораторий.

В послевоенный период кафедра физической химии имеет в своем составе лаборатории: кинетики и катализа, катализа и газовой электрохимии, химической термодинамики, молекулярной спектроскопии, адсорбции и термохимии им. В. Ф. Лугинина.

Работами в области кинетики и катализа руководили А. В. Фрост и Н. И. Кобозев, в области газовой электрохимии — Н. И. Кобозев. Первый раздел был представлен большим числом работ, развивавших теорию активных ансамблей Н. И. Кобозева. Исследовались каталитические процессы на адсорбционных катализаторах параллельно с изучением магнитных и люминесцентных свойств катализаторов. Под общим руководством А. В. Фроста велись исследования по кинетике каталитических превращений углеводородов на алюмосиликатных катализаторах, разрабатывалась теория кинетики каталитических процессов в потоке (К. В. Топчиева, Г. М. Панченков и др.).

В области газовой электрохимии на технически важных примерах (электротермический крекинг метана, электросинтез окиси азота) исследовались общие закономерности химических реакций в электроразрядах (Е. Н. Еремин).

В лаборатории химической термодинамики (зав. Я. И. Герасимов) велись работы по гетерогенным равновесиям металлических окислов и солей при высоких температурах. В лаборатории молекулярной спектроскопии (зав. В. М. Татевский) изучались спектры различных классов органических веществ (инфракрасные и комбинационного рассеяния) как для разработки вопросов строения и динамики молекул, так и в целях идентификации веществ и анализа их смесей.

В организованной в конце войны лаборатории адсорбции (зав. А. В. Киселев) разработан ряд точных методик изучения адсорбции и теплот адсорбции и ведутся исследования этих величин для паров и растворенных веществ на катализаторах разной природы и структуры, исследуются поверхностные химические соединения и явления капиллярного расслаивания.

Сотрудники лаборатории термохимии им. В. Ф. Лугинина (зав. М. М. Попов) успешно продолжали разработку тонких калориметрических методик, применяя их ко многим специальным задачам. В частности, проведено изучение кинетики и механизма процесса полимеризации лактамов при высоких температурах (С. М. Скуратов, А. А. Стрепихеев, В. В. Воеводский).

С 1944 г. в Университете была учреждена кафедра химической кинетики и ее заведующим был назначен Н. Н. Семенов. В новой лаборатории химической кинетики под руководством Н. Н. Семенова и Н. М. Эмануэля развернулись исследования цепных процессов горения и взрыва и связанные с этим проблемы свободных радикалов, механизма разветвленных реакций и т. д.

На кафедре электрохимии под руководством А. Н. Фрумкина продолжались исследования кинетики электродных процессов, перенапряжения водорода и других теоретических вопросов. В последние годы в лаборатории электрохимии изучается механизм электрохимического

окисления и восстановления, антикоррозионное ингибирующее действие различных веществ.

Широко развернулись работы и на кафедре коллоидной химии под руководством П. А. Ребиндера. Сотрудники лаборатории коллоидной химии исследовали процессы структурообразования в дисперсных системах и в последнее время разрабатывают проблемы теории твердения минеральных вяжущих веществ. Исследован механизм тиксотропных превращений золь — гель. Изучаются физико-химические явления в процессах деформации и разрушения твердых тел, в частности металлических моно- и поликристаллов в связи с процессами диспергирования.

В настоящее время организована новая лаборатория физико-химии высокомолекулярных соединений (зав. В. А. Каргин), занимающаяся разработкой методов управления физико-химическими свойствами высокополимеров и их растворов.

В лаборатории дисперсионного анализа Н. А. Фигуровский и сотрудники вели работы по дисперсионному анализу и кинетике кристаллизации.

С осени 1953 г. кафедры и лаборатории физико-химического цикла получили новые прекрасные помещения, оборудованные новейшей аппаратурой и приборами, что создало новые стимулы для дальнейшего расширения исследований.

Воодушевленные заботами Коммунистической партии и Советского правительства о развитии науки в нашей стране, физико-химики Московского университета, вступающего в третье столетие своего существования, приложат все свои силы для дальнейшего улучшения учебной работы и подъема научных исследований по важнейшим направлениям физической химии.

ЛИТЕРАТУРА

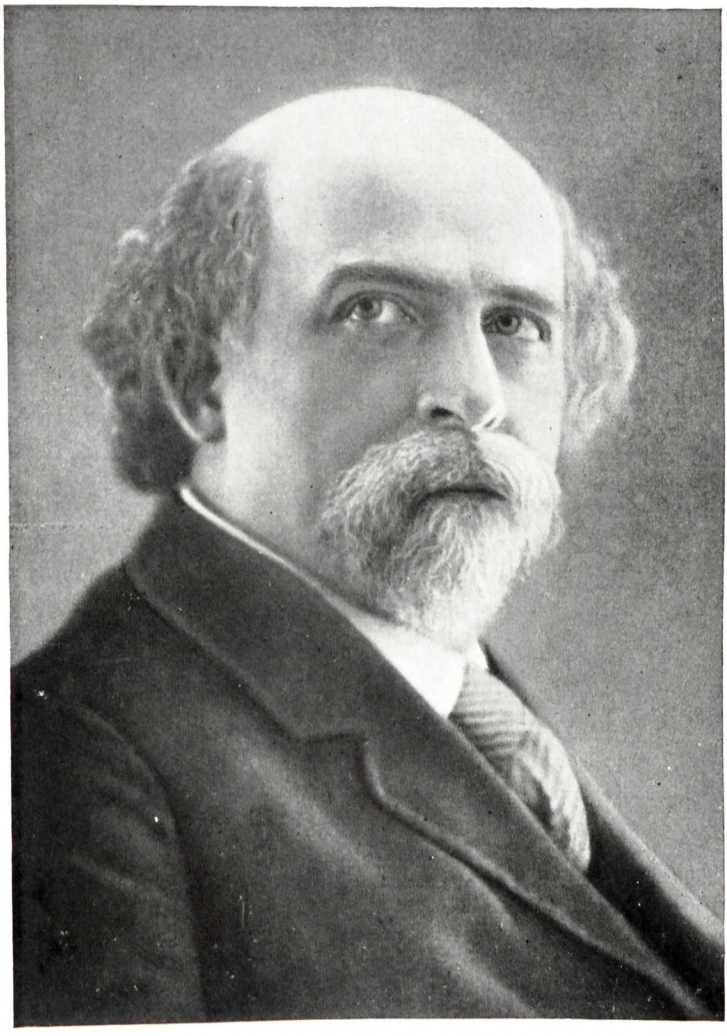
1. И. М. Соловьев, Русские университеты в их уставах и воспоминаниях современников, вып. 1, СПб., 1914, стр. 19.
2. R. A. Vogel, Institutiones Chemiae, 1755; H. Boerhaave, Elementa Chemiae, 1732.
3. Mémoires de la Société Impériale des Naturalistes de Moscou, II, 327, 1809.
4. Обозрение преподавания по Физико-математ. факультету Имп. Моск. университета в первую половину 1885/86 академ. года.
5. Обозрение преподавания на Физико-математ. факультете Имп. Моск. университета на весеннее полугодие 1887 г. Отдел. естественных наук.
6. И. А. Каблуков, Основные начала физической химии, вып. 1, 1900; вып. 2, Электрохимия, 1902; вып. 3, Термохимия, Учение о химическом сродстве, 1910, Москва.



МИХАИЛ ВАСИЛЬЕВИЧ
ЛОМОНОСОВ



ИВАН АЛЕКСЕЕВИЧ
КАБЛУКОВ



НИКОЛАЙ ДМИТРИЕВИЧ
ЗЕЛИНСКИЙ