

Классическое понятие вероятности случайного события, введенное в обиход Я. Бернулли, быстро стало использоваться всеми учеными, работающими в области теории вероятностей. Одновременно ими вводились уточнения в определение, данное Я. Бернулли, а также начали дискутироваться вопросы, связанные с понятием равновероятности или равновероятности отдельных шансов.

Вопрос о происхождении основных понятий теории вероятностей был недавно поставлен одним из авторов в брошюре [9] и частично в ней освещен.

Почти современное определение классической вероятности было дано Ж. Лагранжем (1736—1813) в мемуаре 1768 г. В данном им определении отсутствовало только указание о равновероятности элементарных событий (случаев). Позднее в мемуаре 1774 г. Лаплас повторил определение Лагранжа, но добавил к нему требование равновероятности всех рассматриваемых случаев. Затем он почти дословно повторил это определение в знаменитой «Аналитической теории вероятностей» [10, с. 178].

Итак, в XVIII столетии классическое понятие вероятности зародилось и оформилось в ныне действующее определение. Однако в том же столетии выявилась недостаточность этого понятия и пришлось искать другие возможности числовой характеристики случайных событий: появились представления о геометрических вероятностях, было дано статистическое определение вероятности. На этом развитие понятия вероятности не останавлилось, и уже в нашем столетии его точному определению на базе теории множеств, теории структур и пр. уделялось и уделяется большое внимание.

Литература

1. Сачков Ю. В. Введение в вероятностный мир. М.: Наука, 1971.
2. Todhunter I. A history of the mathematical theory of probability. N. Y.: Chelsea publishing Co, 1949.
3. Майстров Л. Е. Теория вероятностей: Исторический очерк. М.: Наука, 1967.
4. Майстров Л. Е. Развитие понятия вероятности. М.: Наука, 1980.
5. Sheynin O. B. On the prehistory of the theory of probability.— Arch. Hist. Ex. Sci., 1974, 12, № 2.
6. Бернулли Я. Часть четвертая сочинения Якова Бернулли «Искусство рассуждений». Спб., 1913.
7. Graunt J. Natural and Political observation made upon the Bills of Mortality. Baltimore: The Johns Hopkins Press, 1939.
8. Петти В. Экономические и статистические работы. Т. 1—2. М.: Соцэкгиз, 1940.
9. Гнеденко Б. В. Из истории науки о случайном. М.: Знание, 1981.
10. Laplace P. Theori analitique des probabilitées. P., 1812a.

ПОЛУЧЕНИЕ А. И. БРОДСКИМ ПЕРВЫХ ЛАБОРАТОРНЫХ КОЛИЧЕСТВ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ТЯЖЕЛОЙ ВОДЫ.

[К 50-летию начала производства тяжелой воды в СССР]

В. А. ВОЛКОВ, Д. Н. ТРИФОНОВ

В 1932 г. был открыт тяжелый изотоп водорода — дейтерий с массовым числом 2 (легкий изотоп стали именовать протием). Это — единственный случай, когда изотопы одного элемента имеют собственные имена¹.

Спустя некоторое время после открытия дейтерия Г. Юри и Е. Уошборн обнаружили, что в ходе электролиза воды может быть достигнуто частичное разделение изотопов водорода. Действительно, вода, взятая из промышленного электролизера, имела значительно большую величину плотности, чем обычная вода. Этот факт Юри и Уошборн объясняли избытком молекул окиси дейтерия.

Тогда же возникла проблема: как добиться того, чтобы в ходе электролиза получить тяжелую воду в максимальной концентрации? Этого можно было достичь только путем длительного электролиза. Такому электролизу и подвергали остаток воды

¹ Интересно, и это мало известный факт, что Э. Резерфорд предлагал другие названия: гаплоген и диплоген, от греческих слов, означающих соответственно «один» и «двойной». Но эти названия не прижились.

из старого промышленного электролизера американские физикохимики Г. Льюис и Р. Макдональд, получили в 1933 г. таким путем порцию воды, в которой практически весь водород был представлен его вторым изотопом.

Получение тяжелой воды и дейтерия в чистом виде имело огромное значение для развития исследований по химии изотопов. Позднее тяжелая вода и дейтерий сыграли существенную роль в решении проблемы овладения ядерной энергией и изучении проблем термоядерной энергии.

В Советском Союзе первые порции тяжелой воды были получены в 1934 г., всего несколько месяцев спустя после успеха американских ученых. Основная заслуга в организации лабораторного производства отечественной тяжелой воды принадлежит члену-корреспонденту АН СССР Александру Ильичу Бродскому².

В 1965 г., выступая на заседании, посвященном его 70-летию, Бродский, в частности, сказал об эволюции главных направлений своих научных интересов следующее: «Вначале они были связаны с классической физической химией, преимущественно с электрохимией растворов. Мне с сотрудниками удалось получить новые соотношения для электродных потенциалов, но в области теории электролитов, которой я тогда уделял наибольшее внимание, мы не смогли получить больших принципиальных успехов. Для этого не хватало тогда ни руководящей теории, ни подходящих экспериментальных методов. Это направление не обещало интересных перспектив также и в близком будущем. Между тем, в 30-х годах открылось новое необъятное поле деятельности для химиков — это изучение изотопов и их применение в разнообразных областях. Эта область меня сразу заинтересовала, и с середины 30-х годов я целиком переключился на нее. Ожидания не обманули нас, и мы были свидетелями беспрерывного развития исследований, связанных с изотопией. Эти работы были прерваны войной, а затем продолжены и развиты» [1, с. 41].

Пионерские исследования по получению тяжелой воды в нашей стране проводились в Институте физической химии (ИФХ) АН УССР в Днепропетровске и в Днепропетровском химико-технологическом институте. В 1934 г. при ИФХ была создана первая в СССР Лаборатория стабильных изотопов, получены первые порции тяжелой воды.

В томе 3 «Докладов Академии наук» за 1934 г. была опубликована статья А. И. Бродского, написанная совместно с В. А. Александровичем, М. М. Слущким и М. К. Шелудько, «Концентрирование тяжелой воды» — первая публикация результатов исследований по проблеме тяжелой воды в Советском Союзе. Представляет несомненный интерес краткое изложение ее содержания. Авторы отмечали, что их методика концентрирования тяжелой воды в принципе была сходной с той, которая применялась в США Льюисом и Макдональдом [2, 3], но отличалась некоторыми существенными деталями, упрощавшими процесс. «В поисках предварительно обогащенного сырья мы исследовали электролит от большой аккумуляторной батареи, работавшей семь лет без смены кислоты, но не нашли в ней достоверных признаков повышенного содержания тяжелой воды. Так как другого подходящего сырья в нашем распоряжении не было, то мы исходили из обыкновенной водопроводной речной воды (реки Днепра). Содержание тяжелой воды определялось интерферометрическим путем...» [1, с. 271]³.

Далее авторы сообщали, что в июне 1934 г. им удалось довести концентрацию D_2O в электролите до 6,3%, но собранной порции оказалось слишком мало для проведения дальнейшего концентрирования. На этом предварительные опыты были закончены. Для осуществления работ в более широком масштабе «на местной электростанции была смонтирована установка из 220 стеклянных цилиндров емкостью по 300 см³, собранных в четыре агрегата, в ящиках с наружным охлаждением проточной водой» [1, с. 271].

Первый цикл электролизом был проведен в течение полутора месяцев, причем из 33 л исходного щелочного электролита было извлечено 0,2 см³ 95%-ной D_2O . Примененная методика, по мнению авторов, «вполне пригодна для получения тяжелой

² Бродский Александр Ильич (1895—1969) — физикохимик, член-кор. АН СССР (с 1943 г.), академик АН УССР (с 1939 г.), Герой Социалистического Труда (с 1949 г.).

³ Интерферометрический метод основан на измерении показателей преломления жидкостей в зависимости от их состава.

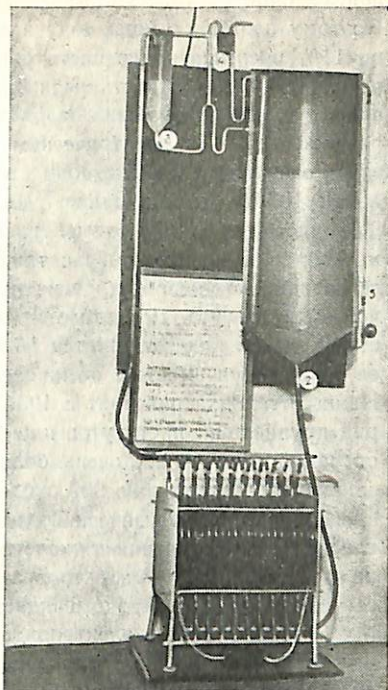
воды в небольших количествах (примерно около 3—4 г чистой тяжелой воды в месяц...)» [1, с. 274].

За разработку способа получения тяжелой воды А. И. Бродский в 1936 г. был премирован Комитетом по химизации СССР, а также Днепропетровским обкомом КП(б)У и облисполкомом.

Под руководством А. И. Бродского Лаборатория стабильных изотопов провела ряд исследований по химии изотопов, первых в нашей стране. В 1937 г. был получен концентрат воды, содержащей наиболее тяжелый природный изотоп кислорода ^{18}O ; после войны в 1949 г. удалось сконцентрировать тяжелый изотоп азота с массовым числом 15. За свои работы по химии изотопов А. И. Бродский в 1946 г. был удостоен Государственной премии СССР. Результаты исследований А. И. Бродского и его сотрудников стали основой для проектирования первой в стране полупромышленной установки для получения тяжелой воды.

В Центральном научном архиве АН УССР обнаружен текст радиолекции «Тяжелая вода», написанный А. И. Бродским в марте 1938 г. Неизвестно, была ли она прочитана. Однако, несомненно, лекция представляет одно из первых популярных изложений важнейшей научной проблемы и дает представление о А. И. Бродском — популяризаторе научных знаний. Ниже публикуется текст этой лекции.

«Тяжелая вода, входящая в качестве примеси в обыкновенную воду, была найдена 5 лет тому назад. Она могла бы быть открытой и на несколько десятилетий раньше, если бы кому-нибудь пришло в голову сделать очень простое измерение, доступное каждому школьнику: достаточно было бы измерить плотность остатка от разложения воды электрическим током, чтобы убедиться в том, что этот остаток значительно плотнее обыкновенной воды. Разложение воды электричеством является самой обычной операцией в школах, лабораториях и на заводах, и, вероятно, немало химиков досадует на то, что им не пришло в голову сделать такой простой опыт, который обеспечил бы им почетное место в истории науки и те высшие ученые награды, которые получил американский химик Юри, открывший в 1932 г. тяжелую воду. В действительности же в этом нет ничего удивительного. Большие научные открытия редко делаются случайно и редко даются рядовым людям. Они почти всегда подготовляются упорным трудом, всем предыдущим развитием науки и широким знанием теории. Открытие тяжелой воды явилось естественным завершением замечательных работ, сделанных за последние два десятка лет в области изотопии... После того как были открыты изотопы, не прекращались попытки разделить элементы на отдельные изотопы. Все эти попытки кончались неудачей по известной причине. Физические и химические свойства изотопов одного и того же элемента совпадают, а разделить смесь можно лишь в том случае, если ее составные части отличаются одна от другой. Заметные различия можно было ожидать лишь для наиболее легких элементов, и, действительно, за последние два года были достигнуты большие успехи в их разделении. Легче всего было бы разделить изотопы наиболее легкого элемента водорода, но именно для него не было найдено изотопов. В 1932 г. Юри обратил внимание на то, что атомный вес водорода на $\frac{1}{50}\%$ больше той величины, которую можно было ожидать. Юри объяснил это тем, что обыкновенный водород наряду с известными атомами с атомным весом 1 содержит небольшую примесь тяжелого изотопа с атомным весом 2. Ему удалось немного сконцентрировать этот изотоп, медленно испаряя жидкий водород, и доказать по спектру его присутствие. Так был открыт тяжелый водород. Если имеется изотопный водород, то должны существовать и его изотопные соединения; в частности, изотопная вода. Наиболее характерным отличием ее от обыкновенной воды должна быть



повышенная плотность, вызванная заменой водорода более тяжелым его изотопом. Поэтому изотопная вода получила название тяжелой воды. Ее плотность должна была на 11% превышать плотность обыкновенной воды, что впоследствии точно подтвердилось. Измеряя плотность разных образцов воды, Юрий решил, что она немного повышена в долго работавших заводских электролизерах. Это его навело на мысль, что при разложении воды электрическим током тяжелая вода скапливается в остатке. После этого выделить тяжелую воду представляло уже сравнительно нетрудную задачу. Уже летом 1933 г. химик Льюис разложил электролизом 10 л воды и получил в остатке $\frac{1}{3}$ г чистой тяжелой воды. Это был первый случай выделения чистого изотопа в заметных количествах. Сейчас тяжелая вода получается в нескольких местах. В СССР ее готовят в Днепропетровске при Институте физической химии и Химико-технологическом институте. Для этого мы ежемесячно разлагаем электричеством по 1,1/2 т простой воды. В них содержится 1/5000, т. е. около 300 г тяжелой воды, но большая часть ее разлагается вместе с обыкновенной водой и улетает с газами, а остается лишь 20 г. Наша установка работает с 1934 г. и снабжает небольшим количеством тяжелой воды ряд крупнейших институтов нашей страны. Большой расход электричества и сложность операций приводит к очень большой дороговизне чистой тяжелой воды. Один грамм ее нам обходится около 300 рублей» [4].

В Институте физической химии был создан макет первой полупромышленной установки для получения тяжеловодородной воды электролизом (рисунок). Обозначения на фотографии: 1 — электролизер из 10 элементов; 2 — напорный бак (120 л); 3 и 4 — сепараторы; 5 — водомерная труба.

Загрузка: 120 л электролита с 2,8% КОН и 0,32% K_2CO_3 (0,02% D_2O).

Выход: 13,2 л раствора с 15,6% КОН 5,8% K_2CO_3 и 0,093% D_2O (83 л воды разложилось).

2-й электролизер давал воду с 0,7% D_2O .

Еще 4 стадии электролиза в лабораторных условиях давали 1 мл 98—99% D_2O .

Литература

1. Бродский А. И. Избр. тр. Киев: Наук. думка, 1974, т. 1.
2. Lewis G., MacDonald R. Concentration of H^2 isotope.— J. Chem. Phys., 1933, v. 1, с. 341.
3. Lewis G., MacDonald R. Concentration of H^2 isotope.— J. Amer. Chem. Soc., 1933, v. 55, с. 3057.
4. Центральный научный архив АН УССР, ф. 7, оп. 1, д. 67, лл. 1—2.

О НАЗВАНИЯХ УСКОРИТЕЛЕЙ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ

ГРИНБЕРГ А. П. (Ленинград)

Вопрос о названиях ускорителей имеет несколько аспектов. Когда появилось название того или иного типа ускорителя? Кто предложил его? Что оно означает?

Устройства для ускорения заряженных частиц применялись в физике еще в XIX веке. У них не было специальных названий, как правило, они назывались по именам их создателей: трубка Крукса, трубка Рентгена...

В 1922 г. появились первые предложения и разработки установок, специально предназначенных для изучения ядерных реакций с помощью пучков быстрых частиц — ионов и электронов. В первых статьях, описывающих эти установки, естественно, не было какого-либо одного термина для обозначения установки. Хотя часто применялось слово *ускорение*, термин *ускоритель* не встречался. Он появился лишь в 1932 г.¹

¹ В современных условиях, когда частицы могут быть ускорены до очень высоких энергий, термин *ускоритель* во многих случаях не соответствует происходящему в установке процессу: практически ускорение, т. е. увеличение скорости частицы, не имеет места; в «ускорителе» происходит увеличение энергии и соответственно массы частицы. Например, если в синхротрон на 6 ГэВ инжектируются электроны с энергией 50 МэВ, то на входе в синхротрон скорость электронов отличается от скорости света приблизительно на 0,005%, а на выходе — на $4 \cdot 10^{-7}\%$. Таким образом, изменение скорости электронов в данном ускорителе ничтожно мало. Отто Фриш однажды пошутил, что было бы правильнее называть такие установки не ускорителями, а утяжелителями частиц.