

Научно-прикладное значение различия ядерных и химических процессов

д.т.н., проф. Лотош В.Е.

Проанализированы принципиальные различия процессов радиоактивного распада и химических реакций. Выявлена научная, в частности логическая несостоятельность заключения К.Ф.Пауса, что радиоактивный распад, как и химический процесс, зависит от температуры.

Scientific and applied importance of distinguishing nuclear and chemical processes

by d.t.s., prof. V.E.Lotosh

Principal differences between radioactive and chemical processes are analyzed. Scientific and particularly logical groundlessness of K.F.Paus' conclusion that radioactive decay depends on temperature along with chemical processes is shown.

В недавней работе, опубликованной в одном из ведущих российских журналов эколого-технологического профиля, автор приходит к выводу, что «температура влияет на скорость радиоактивных реакций: при увеличении температуры скорость реакции увеличивается, при уменьшении снижается» [1]. Если этот вывод верен, то современная цивилизация получает мощный рычаг воздействия на ядерные процессы, в зависимости от необходимости, как в сторону замедления, так и резкого ускорения. В последнем случае, поддерживая, например, повышенную температуру радиоактивных материалов, можно было бы в короткие сроки снизить продолжительность превращения радиоактивных отходов в относительно малопасные материалы. Исчезли бы необходимость в длительном (70-100 лет) хране-

нии высокорadioактивных отходов в поверхностных хранилищах и их последующее подземное захоронение. Были бы в кратчайшие сроки ликвидированы последствия Чернобыльской катастрофы, которые, в свете выводов [1], представляются не опаснее обычного химического загрязнения почвы. Достаточно было бы, в частности, подвергнуть грунт высокотемпературной прокатке, чтобы сделать его безопасным.

Однако современная наука такие выводы отрицает, т.е. налицо конфликт в понимании ею и автором [1] природы радиоактивных процессов. Важно определить, кто в этом конфликте прав. Недопустимо, чтобы научное высокомерие помешало признанию весьма крупного открытия (температура влияет на скорость радиоактивного распада), если оно состоялось. Для разрешения конфликта рассмотрим аргументы той и другой сторон.

Справочник по физике утверждает, что радиоактивный распад не зависит от внешних условий (температуры, давления, химического взаимодействия ([2])). Ему вторит школьный учебник, сообщая, что на радиоактивный распад не оказывают никакого влияния такие обычные воздействия, как нагревание или увеличение давления, химические реакции [3]. Дж. Кэй и Т. Лэби приводят данные по периоду полураспада радиоактивных элементов, не называя каких-либо параметров (тип химического соединения, температура и т.д.), влияющих на этот период. Отмечается, что радиоактивный распад подчиняется реакции первого порядка [2]. Он сопровождается глубокими изменениями, связанными с неустойчивостью и распадом ядра атома.

Химическая связь образуется в результате той или иной перегруппировки электронов, содержащихся во взаимодействующих атомах. Важнейшими формами перегруппировки являются: 1) передача одного или большего числа электронов от одного из атомов к другому или 2) смещение электронов в направлении к одному из атомов, причем большей частью при этом образуются электронные пары, общие для взаимодействующих атомов и связывающие их между собой. В химических процессах основную роль играет относительная прочность связей электронов с разными атомами и способность последних к присоединению новых электронов (электроотрицательность элемента) [5].

Таким образом, при радиоактивном процессе вещество испытывает глубокие изменения, отличные от обычных химических превращений и обусловленные рас-

падом ядра элемента. В химических реакциях превращения связаны с изменениями электронной оболочки атома, не инициирующими каких-либо превращений в атомном ядре и не влияющими на них. Иными словами, ядерные и химические процессы «разнесены в пространстве» (реализуются в разных частях атомов).

Следует также отметить, что важнейшей особенностью ядерных реакций является выделение громадного количества энергии в форме кинетической энергии образующихся частиц или в виде высокоинтенсивного (высокочастотного) γ - и рентгеновского электромагнитных излучений. Химические же реакции сопровождаются низкоинтенсивным низкочастотным электромагнитным излучением в форме теплоты. Поскольку энергия ядерного излучения превышает энергию химического процесса на 7-10 порядков, то этим и объясняется отсутствие влияния энергии последнего на ядерные процессы [6, 7, 8].

В свете изложенного понятно и то, что обычные приемы обращения с радиоактивными отходами, такие, например, как обезвреживание, и переработка, включая термическую, не имеют смысла по отношению к радиоактивным отходам. Согласно Н.Ф.Реймерсу, обезвреживание и переработка отходов – это разрушение или связывание их вредных веществ в безвредные соединения при физических, химических, физико-химических или биохимических воздействиях на них. Однако ни разрушения радиоактивных соединений, ни их связывания в безвредные вещества при всех этих способах воздействия не происходит, поскольку они не затрагивают строения ядра элементов, ответственных за их радиоактивность [8].

Вместе с тем явление радиоактивного распада и некоторые химические процессы объединяет общее свойство: и те и другие являются реакциями первого порядка [5], т.е. их скорость зависит от концентрации превращающегося вещества в первой степени. Это хорошо известное науке обстоятельство осознает и К.Ф.Паус, отмечая, что «следовательно, постоянная радиоактивного распада есть ни что иное как константа скорости реакции первого порядка». Однако если современная наука ограничивается констатацией этого факта, то К.Ф.Паус выводит из него несколько следствий:

- 1) константа скорости реакции первого порядка подтверждает единство реакций радиоактивного распада и других мономолекулярных реакций;
- 2) это единство проявляется во влиянии температуры на скорость химической реакции;

3) поскольку константа скорости химической реакции зависит от температуры, то, следовательно, температура влияет на скорость радиоактивных реакций (см. начало статьи).

Эти выводы необходимо было бы считать прозрениями, если бы в основе второго и третьего из них не лежали логические ошибки.

С логической точки зрения построения К.Ф.Пауса сводятся к доказательству тезиса «процесс является химической реакцией» с использованием в качестве демонстрации двух типов умозаключения.

Первое сводится к условно-категорическому силлогизму:

большая посылка. Если процессы являются химическими, то они могут подчиняться кинетическому уравнению реакций первого порядка:

малая посылка. Этот процесс подчиняется кинетическому уравнению реакций первого порядка;

Заключение. Этот процесс является химическим.

Читатель, знакомый с основами логики как науки, укажет, что рассуждение в данном силлогизме построено по схеме от утверждения следствия (малая посылка) к утверждению основания большой посылки. Однако такая схема есть классическая логическая ошибка [9, 10]. Она не учитывает, что могут быть и другие основания, приводящие к следствию. Таким основанием в рассматриваемом случае служит то, что реакцией первого порядка является и процесс радиоактивного распада.

Второе умозаключение К.Ф.Пауса может быть представлено в форме непосредственного (в виде *обращения*):

химические реакции могут быть реакциями первого порядка;

следовательно, реакции первого порядка есть химические реакции.

Как известно, в непосредственном умозаключении субъект *S* (химические реакции) и предикат *P* (реакции первого порядка) исходного суждения меняются местами. Отметим также, что в рассматриваемом исходном суждении предикат не распределен, так как больше по объему, чем субъект. Действительно, он включает в свой объем и субъект, и, кроме того, радиоактивные процессы. Однако термин умозаключения, не распределенный в посылке, не должен быть распределен и в умозаключении. Это правило в схеме обращения по К.Ф.Паусу нарушено. Действительно, в обращении понятие «реакции первого порядка» полностью входит в

объем понятия «химические реакции». Вместе с тем известно, что при нарушении правила распространенности термина возникает ошибка «незаконного расширения термина» [9, 10]. Для того, чтобы сохранить нераспределенность предиката в обращении, необходимо иное, чем у автора [1], заключение: некоторые реакции первого порядка есть химические реакции. Это означает, что не все реакции первого порядка являются химическими. В данном случае это ядерные процессы и на них нельзя распространять признаки химических реакций, в частности зависимость их скорости от температуры.

Из изложенного следует банальное суждение о том, что выводы, полученные на основе доказательств, содержащих логические ошибки, суть ничтожны, т.е. не должны приниматься во внимание как истинные.

Что касается еще одного тезиса К.Ф.Пауса («для снижения выделения энергии радиоактивное вещество необходимо охлаждать, а уменьшение массы приводит к изменению характеристики излучения»), то отмеченный эффект также не может быть принят как доказательство химической природы радиоактивного распада. Этот эффект связан с передачей тепла в окружающую среду, выделяющегося и в химических, и в радиоактивных процессах. В тех случаях, например, когда за одинаковый период времени количество выделяющегося тепла превышает отводимое от источника тепловыделения, следует саморазогрев массы и повышение ее температуры. С повышением последней в спектре электромагнитного излучения снижается доля инфракрасной (тепловой) части и возрастает доля видимого и ультрафиолетового диапазона, т.е. изменяется характеристика излучения. Очевидно также, что количество выделяющегося тепла зависит от массы веществ, участвующих как в химическом, так и в радиоактивном процессах.

Таким образом, анализ работы [1] подтверждает справедливость мысли о том, что (слегка перефразируя И.Р.Кричевского) современные научные ошибки – это в основном ошибки в понятиях, а не в математической технике [11]. Вероятность их пропорциональна разрыву между уровнем знаний, накопленных наукой и отдельными ее представителями.

17.06.2003

Лотош Валерий Ефимович, д.т.н., профессор

Литература

1. Паус К.Ф. Дезактивация радиоактивных отходов // Экология и промышленность России. – 2002. – Декабрь. – С. 14-15.
2. Кошкин Н.И., Ширкевич М.Г. Справочник по элементарной физике. – М.: Наука, 1972. – 255 с.
3. Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б. Физика. – М.: Просвещение, 1981. – 319 с.
4. Кэй Дж., Лэби Т. Таблицы физических и химических постоянных (перевод с 12-го английского издания). – М.: Госфизматиздат, 1962. – 247 с.
5. Киреев. Краткий курс физической химии. – М.: Химия, 1969. – 638 с.
6. Хомченко Г.П. Химия. – М.: Высшая школа, 1981. – 176 с.
7. Лотош В.Е. О видах воздействия на окружающую среду и их отражении в законодательстве // Экологическая экспертиза. – 2002. – № 6. – С. 13-21.
8. Лотош В.Е. Экология природопользования. – Екатеринбург: изд-во УрГУПС, 2002. – 540 с.
9. Гетманова А.Д. Учебник по логике. – М.: Владос, 1995. – 303 с.
10. В.Е.Лотош. Прироопользование (методологические основы). Екатеринбург: изд-во УрГЭУ, 1996. – 116 с.
11. Кричевский И.Г. Понятия и основы термодинамики. – М.: Химия, 1970. – 440 с.