

ФАЗОВЫЕ ПЕРЕХОДЫ И ЖИЗНЬ

...КОГДА-ТО, открывая в Кембридже вновь выстроенную физическую лабораторию и объясняя присутствие странного архитектурного сооружения в форме крокодила, патриарх советских физиков П. Л. Капица (работавший тогда в Англии) сказал: «Крокодил — это символ науки, потому что он двигается только вперед, все переваривает и никогда не оглядывается назад». Участники торжества, конечно, знали, что эта шутка — всего лишь благовидное оправдание монументального намека на негласное прозвище тогдашнего директора Королевского института — Э. Резерфорда.

Нет нужды доказывать, что в науке движение вперед невозможно без детального анализа уже пройденного.

В качестве примера можно сослаться на открытые почти сто лет назад фазовые переходы в жидкости — так называемое расслоение растворов, в частности, водных растворов аминов и ряда других веществ, ставшее основой технологии экстракционного разделения веществ. Однако только сейчас выясняется, что фазовые переходы в жидкости могут играть важную роль и в работе живой клетки.

Мы исследовали конформационное превращение в солях ДНК — дезоксирибонуклеиновой кислоты, носителя наследственности и символа молекулярной биологии. В водном растворе молекулы ДНК находятся в так называемой В-конфигурации, известной всем по бесчисленным изображениям в учебниках и популярных книгах по биологии. Но в присутствии незлектролитов — например, этилового спирта, диоксана и т. д. молекула ДНК переходит в А-конфигурацию, характеризуемую изменением внешнего «облика» молекулы — ее длина сокращается примерно на 10%, а вдоль оси появляется своеобразный канал.

Природа и молекулярный механизм превращения В-ДНК в А-ДНК до сих пор неясны. Мы изучали спектры ЯМР протонов растворов ДНК и обнаружили, что в В-конфигурации спектр характерен для кристаллогидратов, и в А-конфигурации — для жидкой воды, не связанной (точнее — очень слабо связанной)

со спиралью ДНК. Анализ системы и ее спектров позволил высказать гипотезу о том, что конформационное превращение в ДНК представляет собой расслоение в системе ДНК-вода. Иными словами, — это фазовый переход в водном растворе ДНК, аналогичный расслаиванию бинарных или многокомпонентных систем.

Конечно, наблюдение превращения в пробирке еще мало говорит о реальных процессах в живой клетке. Однако принципиальная возможность концентрированных фазовых переходов в живых системах может иметь огромное значение для теоретической молекулярной биологии. Дело в том, что одной из загадок молекулярной биологии является тот факт, что известное всем броуновское движение удивительным образом не мешает репликации ДНК. Интенсивное молекулярное движение, как правило, приводит к полному хаосу, но только не при репликации. Иначе дети были бы похожи на что угодно, только не на родителей.

В этой связи очень интересно то, что для фазовых переходов в жидкости характерно появление при определенной концентрации так называемой критической точки фазового перехода. Одно из удивительных свойств критического состояния — замедление в нем диффузионного массопереноса и броуновского движения.

Таким образом, с точки зрения физика репликация ДНК осуществима лишь в критической точке концентрационного фазового перехода. Поэтому обнаружение реальной возможности таких переходов представляет то недостающее звено, которое позволяет впервые сформулировать идею о фундаментальном значении фазовых переходов в исключительно важном деле передачи наследственной информации. Но как это происходит на самом деле — еще предстоит выяснить.

Пока же, поднимая новогодний бокал шампанского, мы можем констатировать, что приподнятое новогоднее настроение в какой-то степени обусловлено небольшим сдвигом физико-химических параметров критических точек расслоения растворов ДНК под действием содержащихся в этом бокале незлектролитов. С Новым годом! С. ГАБУДА.
г. НОВОСИБИРСК.