XV. П. П. фонъ-Веймарна. Кристаллическо-жидкое состояніе, какъ общее свойство матеріи.

Въ своихъ прежнихъ изслѣдованіяхъ, опубликованныхъ въ 1905—1908 г.г. на русскомъ и нѣмецкомъ языкахъ, [2]) я показалъ, что любое тѣло, какъ простого, такъ и сложнаго химическаго состава, можетъ быть получено:

1) *Въ хорошихъ ясныхъ кристаллахъ.*

2) *Въ „необратимомъ“ коллоидномъ состояніи* (Въ видѣ золей и „необратимыхъ“ коллоидно-аморфныхъ осадкахъ).

3) *Въ «обратимыхъ» коллоидномъ состояніи* (Быстрымъ охлажденіемъ и увеличеніемъ ассоціированности частицъ растворенаго вещества въ растворѣ).

---

1) Можно также съ успѣхомъ примѣнять іодиды, алкоголяты, соли жирныхъ кислотъ и проч.

2) Ж. Р. Х. О—ва 1905 — 1906, Kolloid-Zeitschrift 1907—1908.

Иными словами, я доказалъ, что кристаллическое и „коллоидно-аморфное“ состояніе суть общія свойства матеріи.

Въ дальнѣйшихъ работахъ [1]) я путемъ тщательнѣйшихъ опытовъ доказалъ, что то состояніе, которое до сихъ поръ называлось „коллоидно-аморфнымъ“ не представляетъ „особаго“ состоянія матеріи, такъ какъ всѣ „коллоидно-аморфныя“ образованія оказались состоящими изъ твердыхъ кристаллическихъ зеренъ, не утратившихъ способность уничтожать пересыщеніе сильно (бо̀льшая растворимость мельчайшихъ кристаллическихъ зеренъ) пересыщенныхъ ра-

---

1) См. „К—Z“ II часть моей статьи „Zur Lehre von den Zuständen der Materie“.

створовъ; затѣмъ я необходимо пришелъ къ заключенію, что кристаллическое состояніе есть единственное внутреннее состояніе матеріи во всѣхъ трехъ родахъ формы.

Наконецъ мнѣ удалось доказать, что переходъ газъ-жидкость и жидкость-твердое совершается вполнѣ одинаково т. е., какъ для перваго, такъ и для второго перехода существуютъ свои критическія точки; необходимость послѣдняго для системы твердое-жидкое проистекаетъ изъ того, что объемная концентрація жидкости (въ случаѣ однородной жидкости, — ея плотность) и степень ассоціаціи по кривой плавленія растутъ все больше и больше, а я доказалъ болѣе чѣмъ на двухстахъ примѣрахъ, что **во всѣхъ** случахъ затвердѣванія, при **очень** большихъ объемныхъ концентраціяхъ и сильной ассоціаціи, ничего кромѣ стеколъ или студней не получается; такимъ образомъ въ критической точкѣ жидкость-твердое, точно также, какъ въ такой же точкѣ для газъ-жидкость соблюдается, въ предѣлахъ погрѣшности опыта, и равенство энергій и объемовъ.

Въ виду вышеизложеннаго было мнѣ конечно очень интересно узнать:

Что же представляютъ жидкіе кристаллы?

Изученіе микроструктуры стѣнокъ ячеекъ системъ, которыя я назвалъ крупноячеистыми студнями наводило меня не разъ на мысли, объясняющія своеобразно природу жидкихъ кристалловъ, однако я не считалъ возможнымъ опубликовать своихъ взглядовъ пока не изучу лично свойства жидкихъ кристалловъ микро—и ультрамикроскопически, для чего фирмѣ Рейхертъ въ Вѣнѣ и были мною заказаны спеціальные нагрѣвательные столики.

Любезная присылка мнѣ, моимъ уважаемымъ непрямымъ учителемъ **Проф. Др. Отто Леманномъ** своихъ послѣднихъ изслѣдованій „Flüssige Kristalle, Myelin formen und Muskelkraft“ и „Künstliche Zellen mit flüssig—kristallinischen Wänden“ и ознакомленія съ ихъ содержаніемъ даютъ мнѣ возможность и право опубликовать свои данныя и воззрѣнія на жидкіе кристаллы теперь же.

Во первыхъ, на тѣхъ же основаніяхъ, на которыхъ **проф. Др. Отто Леманнъ** относитъ къ жидкимъ кристалламъ напр. крупноячеистый студень $CaCO_3$ (Квинке), я долженъ къ нимъ отнести всѣ полученные мною крупноячеистые студни; а, во вторыхъ, такъ какъ данный мною методъ полученія крупноячеистыхъ студней есть методъ *вполнѣ универсальный*, приложимый, къ любому тѣлу, то я долженъ необходимо прійти къ заключенію, что кристаллическо-жидкое состояніе есть общее свойство матеріи.

Съ другой стороны детальное знакомство съ ультромикро—и микростроеніемъ оболочекъ ячеекъ крупноячеистыхъ студней (я изслѣдовалъ тысячи препаратовъ), а также со всѣми явленіями, въ нихъ происходящими позволяютъ мнѣ, по моему мнѣнію, вполнѣ выяснить природу жидкихъ кристаловъ:

Оболочка ячеекъ (точно такъ же, какъ тонкій слой „обратимаго студня“ тѣлъ вродѣ $Mn(CNS)_2$, желатины, $Sr(CNS)_2$ и проч. и не вполнѣ затвердѣвшихъ стеколъ) состоятъ изъ безчисленнаго множества элементарныхъ кристаллическихъ массъ, (большихъ молекулярныхъ комплексовъ), которыя такъ малы, что вначалѣ невидимы въ ультрамикроскопѣ, эти массы не утратили еще способности самостоятельно медленно передвигаться и обнаруживаютъ при соприкосновеніяхъ векторіальное сцѣпленіе, хотя и малой степени напряженія.

Существованіе этого напряженія обусловливаетъ то, что первоначально безпорядочно разбросанные массы, обнаруживающія часто ясную аггрегаціонную поляризацію между скрещенными николями, начинаютъ радіально оріентироваться и даютъ жидкую *по консистенціи* (благодаря малой величины напряженія векторіальныхъ силъ) систему, дѣйствующую на поляризованный свѣтъ; эта система, отчасти, мало по малу, распадается, благодаря тѣсному соединенію ближайшихъ элементарныхъ массъ, на очень мелкіе кристаллы, хотя и связанные между собой векторіальнымъ сцѣпленіемъ въ аггрегаты (хлопья), но очень слабо, почему правильность аггрегаціи скоро почти исчезаетъ.

Такимъ образомъ ясно, что тѣла, простые по составу, какъ $BaSO_4$, $NaCl$, дѣлаются подобнымъ сложнымъ, благодаря тому, что соотвѣтственнымъ подборомъ условій кристаллизаціи, въ растворѣ возникли кристаллики ($NaCl$ $BaSO_4$) столь малой величины, что они еще не утратили способности передвигаться и оріентироваться въ радіальные аггрегаты.

Отсюда совершенно понятно, почему жидкіе кристаллы свойственны тѣламъ химически сложнымъ или сильно ассоціированнымъ, ибо сложность и ассоціированность обусловливаетъ малую напряженность векторіальныхъ силъ и медленный ростъ этихъ послѣднихъ съ паденіемъ температуры.

Послѣ этого вполнѣ ясны причины перехода у тѣлъ вродѣ пара—азоксифенетола изъ жидкихъ въ твердые кристаллы и совершенно неудивительно, что при этомъ происходитъ измѣненіе энергіи и наблюдается температура перехода.

Итакъ, жидкій кристаллъ есть система состоящая изъ химически или физически ассоціированныхъ твердыхъ кристаллическихъ частицъ, между которыми дѣйствуютъ векторіальныя силы незначительнаго напряженія; незначительность напряженія въ случаѣ химической ассоціаціи (сложности тѣла) обусловлена затратой энергіи на внутреннее строеніе сложной молекулы; въ случаѣ же физической ассоціаціи-затратой энергіи на соединеніе въ элементарную кристаллическую массу нѣсколькихъ одинаковыхъ индивидуальныхъ кристаллическихъ массъ.

Въ заключеніе настоящаго краткаго сообщенія я долженъ высказать слѣдующее положеніе:

Всякая реальная матеріальная система, какова бы она не была по своей консистенціи, состоитъ изъ мельчайшихъ твердыхъ векторіальныхъ элементовъ (молекулъ и ихъ комплексовъ); консистенція такой системы при данныхъ условіяхъ зависитъ отъ двухъ факторовъ: 1) степени напряженія векторіальныхъ силъ и 2) степени подвижности твердыхъ векторіальныхъ элементовъ.

1 -го августа 1908 года.

Лабораторія Физической Химіи
Горнаго Института.
Императрицы Екатерины II.