

О ПИСЬМЕ Я. БИКЕРМАНА

А. Фрумкин и В. Левич

В своем письме Я. Бикерман критикует сделанные нами замечания по поводу его теории поверхностной электропроводности.

С этой критикой трудно, однако, согласиться.

Бикерман полагает, что, между ионом и прилегающими к нему слоями воды должна непременно существовать некоторая разность скоростей, являющаяся источником сил трения, и возражает против приведенных в нашей статье рассуждений об увлечении воды движущимися ионами.

Для того чтобы наиболее просто убедиться в ошибочности рассуждения Бикермана, примем грубую модель ионов — твердых сфер, которой, впрочем, пользуется и сам Бикерман, поскольку понятие сил трения непосредственно связано с такими упрощенными представлениями. Тогда ясно, что такой «твердый» ион, двигаясь по Стоксу, будет полностью увлекать прилегающий к его поверхности слой жидкости и силы вязкого трения будут придерживаться разностью скоростей, существующей между этим слоем жидкости и остальной ее массой.

Если ионы будут находиться достаточно близко друг к другу, то увлечение воды различными ионами будет накладываться и в результате вся вода, заключенная в пространстве между ионами, придет в движение вместе с ними (по отношению к неподвижной стенке). Силы вязкого трения будут развиваться во всей толще воды, между увлеченным ею слоем и стенкой. Такой картине движения отвечает первый разобранный нами предельный случай.

Очевидно, что никакого противоречия с законами механики здесь нет.

Если теперь отказаться от модели ионов — твердых сфер, то картина увлечения воды в принципе останется в силе, хотя и изменится в деталях.

Гидратированные молекулы воды могут увлекаться ионом уже не полностью, а частично. Однако, если расстояние между ионами будет достаточно мало по сравнению с их расстоянием до стенки, можно попрежнему с достаточной степенью точности считать, что масса воды, заключенная между ионами, будет ими увлекаться как целое и приходить в движение по отношению к стенке.

Бикерман указывает, что «по Фрумкину и Левичу ион должен двигаться относительно стенки с той же скоростью, как и относительно воды, хотя вода сама движется относительно стенки».

Это замечание основано на недоразумении, так как сила трения между двумя слоями жидкости пропорциональна не разности их скоростей, а градиенту скорости. Как ясно из предыдущего, при малых расстояниях между ионами одного знака, ионы вовсе не должны двигаться относительно прилегающей к ним жидкости, но должны двигаться вместе с ней по отношению к стенке.

В обратном предельном случае, разобранным в нашей работе, когда расстояние между ионами велико по сравнению с расстоянием до стенки, увлечение воды отдельными ионами не будет накладываться и они будут двигаться независимо друг от друга.

В этом случае, среда как целое будет оставаться неподвижной, хотя слои воды, непосредственно прилегающие к ионам, будут двигаться вместе с ними.

Мы остановились так подробно на картине движения ионов и окружающей их воды еще и потому, что сделанный нам Бикерманом упрек в чрезмерной краткости изложения этого вопроса в статье вполне заслужен, хотя краткость диктовалась большим объемом нашей работы.

Академия Наук СССР
Институт физической химии

Поступила
15. XI. 1946