

Демонстрація природы осмотическаго давленія на механической модели

(Съ 3 рисунками въ текстѣ.)

Я. И. Михайленко.

1. Если въ безвоздушное пространство внести нѣкоторый объемъ вещества въ твердомъ, жидкомъ или газообразномъ состояніи, то отдѣльныя массы, составляющія этотъ объемъ, начнутъ передвигаться отъ мѣстъ болѣе высокой концентрации къ мѣстамъ меньшей концентрации, результатомъ чего будетъ увеличеніе объема вещества.

Чтобы остановить это движеніе, иначе, чтобы фиксировать веществу какой либо опредѣленный объемъ, къ массамъ, составляющимъ вещество, должны быть приложены силы равныя и противоположныя силамъ, движущимъ массы. Проще всего это выполнить, если вещество оградить стѣнками, непроницаемыми для этого вещества и къ этимъ стѣнкамъ приложить силы. Когда наступитъ равновѣсіе, пространство, ограниченное непроницаемыми стѣнками, будетъ выполнено веществомъ равномерно, а непроницаемыя стѣнки, ограничивающія вещество, будутъ испытывать въ каждой точкѣ опредѣленное давленіе. Это давленіе, которое можно назвать вообще *давленіемъ разсыянія*, здѣсь носить названіе давленія газа или пара.

2. Если въ пространство, выполненное жидкостью, внести нѣкоторый объемъ твердаго нелетучаго тѣла, то и здѣсь начинается передвиженіе массъ твердаго тѣла въ направленіи отъ мѣстъ болѣе высокой концентрации вещества къ мѣстамъ меньшей концентрации, т. е. также въ такомъ направленіи, что объемъ, занимаемый тѣломъ, будетъ увеличиваться.

Чтобы остановить движеніе этихъ массъ, очевидно, и здѣсь къ нимъ нужно приложить силы равныя и противоположныя силамъ движущимъ. Это и сдѣлается, когда движущіяся массы дойдутъ до границы жидкости. Такъ какъ, по условію, тѣло растворимо только въ жидкости, то границы жидкости для него суть непроницаемыя стѣнки. Движущіяся массы раствореннаго тѣла упрутся въ эти стѣнки и будутъ на нихъ давить. Это давленіе разсыянія вещества носить названіе *осмотическаго давленія растворенныхъ тѣлъ*.

3. И такъ, когда растворъ находится въ обыкновенномъ сосудѣ (т. е. въ сосудѣ со стѣнками, непроницаемыми для раствореннаго тѣла

и растворителя), подъ давленіемъ своего насыщеннаго пара, то растворенное тѣло заключено какъ бы въ сосудѣ, стѣнки котораго образованы безконечно тонкимъ слоемъ жидкости, непроницаемымъ для раствореннаго тѣла. Осмотическое давленіе раствореннаго тѣла на эти стѣнки *уравновѣшивается упругими силами, возникшими въ этихъ стѣнкахъ.*

Растворитель находится, такимъ образомъ, подъ дѣйствіемъ осмотическихъ силъ раствореннаго тѣла, которыя дѣйствуютъ изнутри наружу, т. е. растягиваютъ растворитель. Силы эти измѣнили свойства растворителя въ растворѣ и пониженныя сравнительно съ чистымъ растворителемъ: упругость пара, температура замерзанія, плотность и т. д. суть результатъ дѣйствія этихъ силъ на растворитель.

4. Если растворъ находится въ обыкновенномъ сосудѣ, подъ внѣшнимъ (сжимающимъ жидкость) давленіемъ, равнымъ осмотическому давленію раствореннаго тѣла, то осмотическое давленіе раствореннаго тѣла уравновѣшено этимъ давленіемъ.

Растворитель раствора болѣе не растянуть. Его свойства теперь идентичны со свойствами чистаго растворителя.

То давленіе, которымъ нужно сжать растворъ, чтобы свойства его стали идентичны со свойствами чистаго растворителя, наприм., чтобы упругость пара раствора повысилась до величины упругости пара чистаго растворителя и будетъ равно осмотическому давленію раствореннаго тѣла.

5. Если растворъ выполняетъ сосудъ со стѣнками, проницаемыми для растворителя, но непроницаемыми для раствореннаго тѣла (ячейка Пфеффера) и самый сосудъ помѣщенъ въ среду чистаго растворителя, то на границѣ раствора и чистаго растворителя встрѣчаются массы растворителя: одни находящіяся подъ дѣйствіемъ осмотическихъ силъ раствореннаго тѣла, другія—нѣтъ. И, такъ какъ передвиженіе массъ растворителя въ ту или другую сторону границы свободно, то и наступаетъ это передвиженіе, какъ и всегда, въ направленіи отъ большихъ концентрацій вещества къ меньшимъ, т. е. токъ чистаго растворителя направляется въ ячейку Пфеффера. Здѣсь происходитъ тоже, что наблюдается, когда удаляютъ перегородку, раздѣляющую двѣ массы газа, сжатая не въ одинаковой степени. Токъ растворителя въ ячейку прекратится тогда, когда пространственныя концентрации растворителя по ту и другую сторону границы уравниются. Теперь осмотическое давленіе раствореннаго тѣла, за невозможностью найти точку приложенія силъ, не можетъ быть уравновѣшено упругими силами растворителя—оно и проявится какъ давленіе на *полупроницаемыя стѣн-*

ки сосуда и, если наступит равновѣсіе, будетъ уравновѣшено упругими силами стѣнокъ сосуда или же грузомъ, наложеннымъ на подвижной поршень, закрывающій ячейку, если таковой имѣется.

6. Эти отношенія удобно демонстрировать на слѣдующей механической модели, устройство которой понятно изъ рисунковъ (1, 2, 3). Пружины представляютъ растворенное тѣло—которое сравнивается, такимъ образомъ, съ развертывающейся пружиной. Вода представлена на модели каучуковой лентой (напр., каучуковой трубкой), которая при помощи колець, прикрѣпленныхъ къ каучуковой лентѣ и гвоздиковъ, вбитыхъ въ рамку модели, и по желанію можетъ быть закрѣплена или не закрѣплена.

Чтобы фиксировать пружинѣ—растворенному тѣлу опредѣленный объемъ, необходимо приложить къ пружинѣ силу, равную и противоположную силѣ, развертывающей пружину.

На рис. (1) пружина удерживается отъ развертыванія

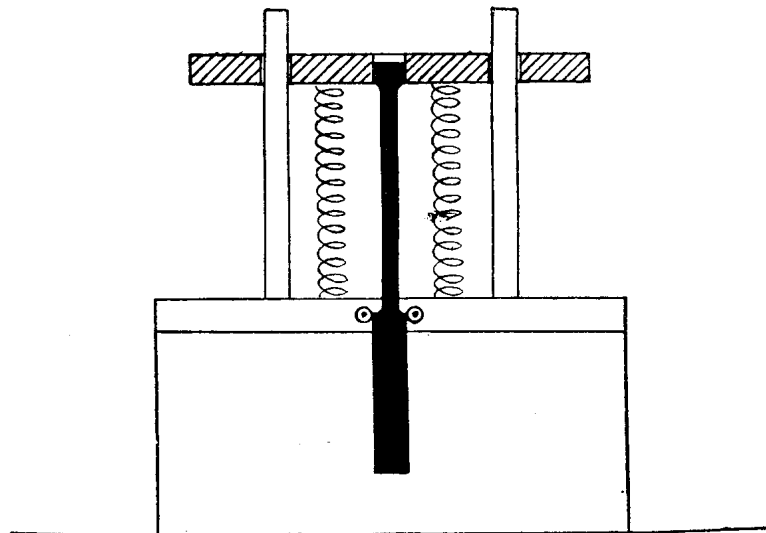


Рис. 1.

упругими силами каучуковой ленты, которая закрѣплена. Каучуковая лента растянута (растянутость ея умышленно преувеличена).

Это схема силъ для случая, когда растворъ находится въ сосудѣ, съ непроницаемыми стѣнками подъ давленіемъ своего пара.

На рис. (2) пружина удерживается отъ развертыванія грузомъ. Каучуковая лента продолжаетъ оставаться закрѣпленной. Но теперь она не растянута.

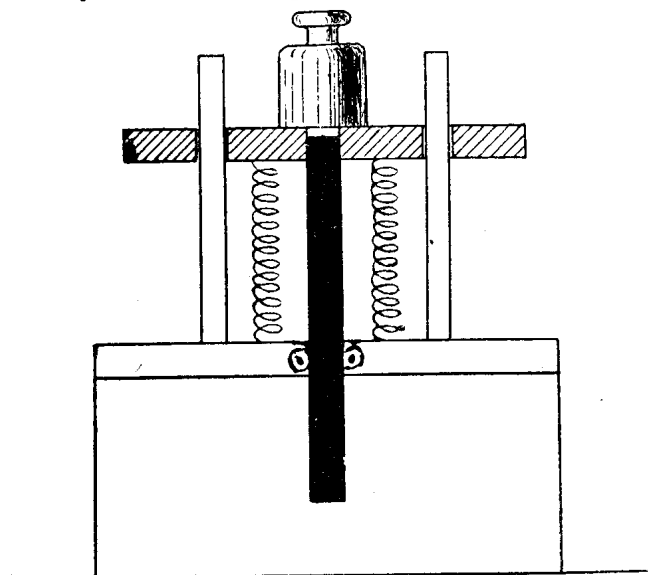


Рис. 2

Это схема силъ для случая, когда растворъ находится въ сосудѣ, съ непроницаемыми стѣнками подъ внѣшнимъ давленіемъ на поверхность раздѣла

между жидкостью и ея паромъ, равнымъ осмотическому давленію раствореннаго тѣла.

На рис. (3) пружина удерживается отъ развертыванія грузомъ, но каучуковая лента не закрѣплена. Она теперь не растянута и часть ея втянута въ раму (представляющую объемъ раствора).

Это схема силъ для того случая, когда растворъ находится въ ячейкѣ Пфеффера, погруженной въ чистый растворитель.

Объемъ раствора въ случаѣ (2), очевидно меньше, чѣмъ въ случаѣ (1) и (3). Грузъ (осмотическое давленіе) въ случаѣ (2) очевидно больше, чѣмъ въ случаѣ (3).

Материаломъ для вышеизложеннаго взгляда на схему силъ въ опытѣ осмотическаго давленія служили статьи: Н. Н. Шиллеръ Ж. Р. Ф. X. O. 29, 7. 1897; Wied Ann. 53, 396. 1894; 60, 755. 1897. Я. И. Михайленко. Объ упругости пара растворовъ. Кіевск. Унив. Изв. 1904. Къ вопросу о соотношеніи между парц. плотн. растворителя въ растворѣ и упр. пара раствора. Кіевъ. 1905.

Томскъ. 23 октября 1909 г.

Я. Михайленко.

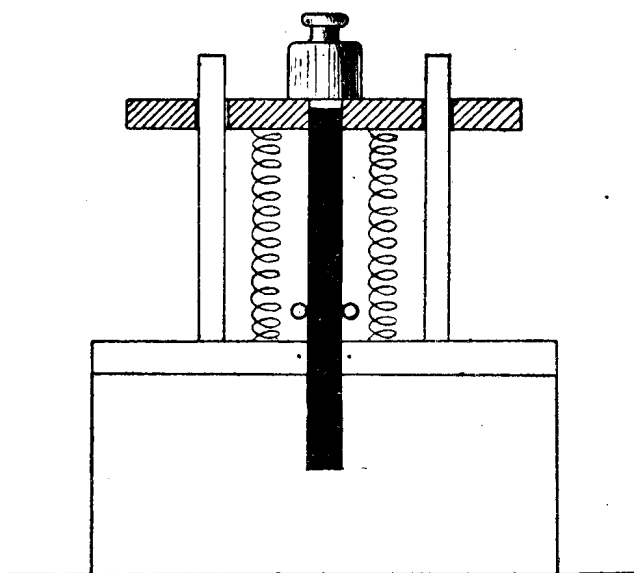


Рис. 3.