

О КАПЕЛЬНОМ МЕТОДЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАРЯДА ЭЛЕКТРОНА

Капельный метод определения заряда электрона, а следовательно, и числа Авогадро, предложенный в 1909 г. Миллиkenом, является до сих пор наиболее точным, уступая только рентгеновскому методу. Однако значения, полученные разными авторами при измерениях с капельками, существенно отличаются друг от друга и от значения $e = 4,8024$ эл.-стат. единицы, к которому приводит, по последним данным, рентгеновский метод. Расхождения эти, составляющие несколько единиц третьего знака, на много превышают вероятные ошибки, что свидетельствует о неучёте каких-то факторов. Уже давно было ясно, что основную причину расхождений следует искать в неточном определении вязкости воздуха. Однако если бы дело было только в неточном знании вязкости, то отношение $e^{2/3}/\eta_{23}$ (где η_{23} — коэффициент вязкости воздуха при 23°C) было бы одинаково во всех опытах. В действительности оно оказывается различным, варьируя примерно от 334 до 337 единиц CGSE.

Реферлируемая работа*) посвящена систематическому исследованию капельного метода с целью выяснения природы этих расхождений. Электрическое поле в опытах Хоппера было почти вертикальным. Капли вводились через отверстие диаметром 0,368 мм в верхней конденсаторной пластинке, расположенное на расстоянии 2 мм от центра. Измерение скорости велось путём фотографирования капелек в центре конденсатора с интервалами $1/5$ секунды. Установка позволяла небольшим перемещением воздуха возвращать капли в исходное положение и повторять процесс измерения. Опыты велись с капельками различных масел.

В результате было обнаружено влияние некоторых, не учитывавшихся ранее факторов.

1. Время пребывания воздуха в приборе сказывается на величине $e^{2/3}/\eta$, а именно, при пребывании воздуха в приборе в течение нескольких недель $e^{2/3}/\eta$ возрастало на 0,3% по сравнению со свежим воздухом. Автор полагает, что происходит загрязнение воздуха стенками прибора.

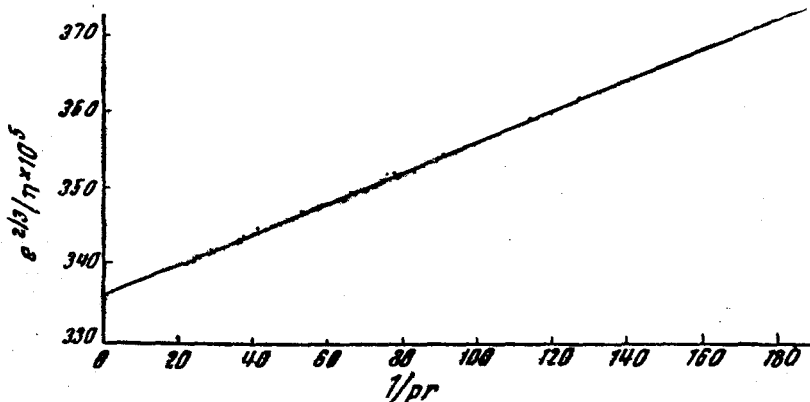
2. Наличие стенок влечёт за собой заметные отступления от закона Стокса в сторону уменьшения $e^{2/3}/\eta$.

*) V. D. Норрег, Nature 163, 733 (1949).

3. Капельки масла, находясь длительное время в воздухе, окисляются или адсорбируют воздух, в результате чего скорость их падения под действием силы тяжести линейно возрастает со временем, а скорость их поднятия под действием электрического поля линейно убывает со временем. Для различных масел эти эффекты выражены в различной степени.

4. Весьма существенное влияние оказывает чистота проволоочной сетки, на которой производится распыление. В некоторых случаях наблюдалось даже загрязнение капелек металлическими включениями.

Учитывая все эти, а также ряд других поправок, автор обработал измерения с сорока семью капельками, причём варьировались разность потенциалов между пластинами (2000 и 4000 в) и величина $1/pr$ (где p — давление и r — радиус капельки) от 21,2 до 174,4. В результате, экстраполируя к $\frac{1}{pr} = 0$, он получил значение $\frac{e^{2/3}}{\eta} = (335,75 \pm 0,11) 10^{-5} CGSE$. Результаты измерений частично показаны на рисунке. Полагая $e = 4,8024 \times 10^{-10}$, было найдено значение $\eta_{23} = 1826,5 \cdot 10^{-7} CGSE$. Пересчёты более



ранних данных как самого Хоппера, так и других авторов, с учётом необходимых, довольно значительных поправок, привели к значениям $e^{2/3}/\eta$, отличающимся только в четвёртом знаке. Примерно такие же расхождения имеют место между значениями η , полученными другими методами (вращающийся цилиндр, капиллярный метод).

Таким образом, Хопперу удалось установить некоторые источники погрешностей капельного метода, ускользавшие ранее от внимания, и несколько улучшить сходимость результатов. Сам Хоппер считает, что точность электрических и механических измерений, производимых в процессе определения $e^{2/3}/\eta$, достаточно высока и что точность определения заряда электрона полностью обуславливается точностью определения вязкости. Однако это мнение вряд ли вполне обосновано. Расхождения между значениями $e^{2/3}/\eta$ ещё не уничтожены и примерно на порядок превышают вероятные ошибки. Если ставить задачу достижения точности, сравнимой с точностью рентгеновского метода, то наряду с улучшением методики измерения η несомненно потребуются и дальнейшая разработка самого капельного метода.

Р. Г.