

Я. Г. ДОРФМАН

## НОВЫЙ РЕЗОНАНСНЫЙ МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ ЯДЕРНЫХ МАГНИТНЫХ МОМЕНТОВ

(Представлено академиком А. Ф. Иоффе 31 III 1947)

Методы изучения магнитных свойств ядра, разработанные за последние годы<sup>(1-3)</sup> и основанные на так называемом эффекте магнитного резонанса\*, приводят к определению лишь отношения  $\gamma = M/J$  (где  $M$  — магнитный момент,  $J$  — момент количества движения ядра). Для того чтобы затем установить магнитный момент  $M$ , этим авторам приходится пользоваться значениями  $J$ , полученными с помощью спектральных исследований. Поэтому магнитные моменты многих ядер до сих пор неизвестны, хотя  $\gamma$  для них определено. Между тем, и магнитные моменты ядер ( $M$  порядка  $10^{-23}$  —  $10^{-24}$ ), и доля магнитной восприимчивости  $\chi_n$ , обусловленная ориентацией ядерных спинов в постоянном магнитном поле ( $\chi_n$  порядка  $10^{-10}$  —  $10^{-13}$ ), могли бы быть измерены непосредственно с помощью обычных магнитных методов исследования, если бы магнетизм ядер не перекрывался значительно превосходящим его магнетизмом электронных оболочек атомов. Мы поставили себе задачей разработать такой магнитный метод измерения  $\chi_n$ , который позволил бы автоматически исключить это влияние электронных оболочек.

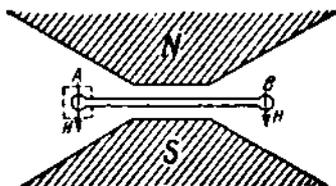


Рис. 1

Предлагаемый нами резонансный метод использует то обстоятельство, что при наложении слабого переменного поля  $H'$  частоты  $\nu_n$  перпендикулярно к сильному постоянному полю  $H$  ядерные спины должны прецессировать в экваториальной плоскости, перпендикулярной к направлению  $H$ , и, следовательно, парамагнетизм ядерных спинов в поле  $H$  должен при этом упасть до нуля.

Принципиальная схема нашего метода заключается в следующем.

Пусть, например, изучаемое вещество заключено в ампулку (рис. 1), симметрично расположенную между полюсами электромагнита  $NS$ . Концы ампулки  $A$  и  $B$  расположены в одинаковом неоднородном поле, среднее значение которого обозначим через  $H$ . Ампулка находится в равновесии, поскольку пондеромоторные силы, действующие на  $A$  и  $B$ , взаимно компенсируются. Если теперь создать, например, в объеме  $A$  посредством дополнительной катушки слабое поле  $H'$ , осциллирующее перпендикулярно к  $H$  с частотой  $\nu_n$ , то доля парамагнетизма, обусловленного ориентацией в поле  $H$  ядерных спинов в

\* Мы позволим себе здесь напомнить, что эффект магнитного резонанса был теоретически предсказан нами еще в 1923 году<sup>(4)</sup>.

объеме  $A$ , аннулируется, и равенство пондермоторных сил, действующих, соответственно, на  $A$  и  $B$ , нарушится. Появится новая сила  $f = \chi_n v H \frac{dH}{dx}$  (где  $v$  — объем  $A$ ), стремящаяся сдвинуть ампулку влево, которая может быть измерена с помощью, например, чувствительных крутильных весов. Эта сила имеет максимальное значение при  $v = v_n$ . Измеряя  $f_{\max}$ , находим восприимчивость  $\chi_n$ . Следовательно, опыт дает одновременно и непосредственно:

$$\text{и } v_n = \frac{\gamma \mu_0 H}{h}$$

$$\chi_n = \frac{N \gamma^2 \mu_0^2 J (J + 1)}{3kT},$$

где  $\mu_0$  — ядерный магнетон Бора, а  $N$  — число атомных ядер данного сорта в единице объема.

Предлагаемый метод использует, таким образом, магнитный резонанс для автоматического выделения магнитной восприимчивости интересующих нас ядерных спинов. Поэтому он принципиально пригоден для любых пара- или диамагнитных веществ и может быть, повидимому, осуществлен с помощью самых разнообразных устройств, которых мы здесь не рассматриваем. Экспериментальная проверка возможностей этого метода нами предпринимается.

Ленинградский  
гидрометеорологический институт

Поступило  
31 III 1947

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> J. J. Rabi, Phys. Rev., 51, 652 (1937); J. B. Kellogg and S. Millman, Rev. Mod. Phys., 18, 3, 323 (1946). <sup>2</sup> E. U. Purcell, H. C. Torrey and R. V. Pound, Phys. Rev., 69, 37 (1946). <sup>3</sup> F. Bloch, W. W. Hansen and M. Packard, ibid., 70, 474 (1946). <sup>4</sup> J. Dorfmann, Z. f. Phys., 17, 98 (1923).