

23 XI 87  
644 5 2

ВЛИЯНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ДИНАМИКУ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ  
СТРУКТУР ОПТИЧЕСКИХ НЕОДНОРОДНОСТЕЙ ВОКРУГ ТВЕРДЫХ ТЕЛ

А.Ф. Охатрин, В.В. Касьянов, В.Ю. Татур

Как было показано в [1-3], вокруг твердых тел образуются пространственные структуры оптических неоднородностей ( ПСОН ), которые имеют вид шаровых слоев и возникают, вероятно, в результате организации газа, состоящего из слабовзаимодействующих частиц разной массы ( аксионов,  $m_a \sim 10^{-4}$  эв.). Характеристики структур и их динамика позволили определить массу частиц, плотность и вязкость газа, состоящего из них. Поскольку гипотеза о природе ПСОН содержала представление о частицах, то, естественно, возник вопрос об их магнитном моменте.

В настоящей работе приводятся экспериментальные данные о влиянии на ПСОН магнитного поля и оценка магнитного момента аксиона.

В отличие от эксперимента, описанного в [1], твердое тело помещали в соленоидальное магнитное поле, напряженность которого в плоскости сечения ПСОН световым потоком  $H_0 \sim 2,2 \cdot 10^3$  а/м.

На рис. 1 кривые 1 и 2 отражают характер колебаний первого ( меньшего ) и второго колец ПСОН в магнитном поле. Период колебаний структур для вращающегося свинцового конуса в магнитном поле  $T_{ам} \approx 33$  сек. После выключения в момент времени  $t_A$  магнитного поля колебания ПСОН становятся подобны описанным в [1] с периодом  $T_a \approx 43$  сек. Для случая, когда прекращается вращение твердого тела и в отсутствии магнитного поля период колебаний монотонно увеличивался от  $\sim 83$  сек. до  $\sim 260$  сек. [1].

На рис. 2 представлены зависимости диаметра первого кольца ПСОН для свинцового конуса в магнитном поле ( кривая 1 ), без магнитного поля ( кривая 2 ) и временная характеристика структур постоянного магнита ( кривая 3 ). Среднее значение диаметров и амплитуды колебаний структур не зависят от магнитного поля. ПСОН магнита являются

статическими структурами.

Как следует из приведенных экспериментальных данных магнитное поле оказывает существенное влияние на динамику структур, уменьшая период их колебаний. Эти данные можно интерпретировать, предполагая существование постоянного магнитного момента  $\mu_a$  у слабовзаимодействующих частиц, определяющих наблюдаемые ПСОН.

Магнитный момент аксиона можно оценить, исходя из газокинетической модели аксионной среды. В установившемся режиме суммарное давление аксионного газа в области магнитного поля равно его давлению в области без магнитного поля, т.е.

$$p = p_m - \frac{\mu_0 \chi_m H_0^2}{2} \quad (1)$$

где  $p_m, p$  - газокинетические давления аксионной среды, соответственно, в области магнитного поля напряженности  $H_0$  и без него. В дальнейшем индекс "m" будет характеризовать параметры аксионного газа в области магнитного поля.  $\frac{\mu_0 \chi_m H_0^2}{2}$  - магнитное давление, где  $\chi_m$  - парамагнитная восприимчивость.

Учитывая, что намагниченность  $I$  в области магнитного поля с напряженностью  $H_0$  дается выражениями  $I = \chi_m \cdot H_0$  и  $I = \mu_a \cdot N_{am} \cdot L(a)$ , где  $N_{am}$  - плотность аксионов,  $L(a)$  - функция Ланжевена,  $a = \frac{\mu_0 \mu_a H_0}{k T_m}$ ,  $T_m$  - температура аксионной среды, из (1) получаем

$$1 - \frac{T}{T_m} = \frac{a}{2} \cdot L(a) \quad (2)$$

Выражение для тепловой скорости аксиона следует из газокинетической модели:

$$v_a = \frac{8}{e} \frac{R_{a1}^2}{\tau_a} \cdot N_a^{1/3} \quad (3)$$

где  $R_{a1}$  - радиус первой шаровой зоны,  $\tau_a$  - период колебания радиуса шаровой зоны,  $N_a$  - плотность аксионов. Тогда, считая, что  $N_{am} \sim N_a$ ,  $R_{am1} \sim R_{a1}$  получаем

$$\frac{T}{T_m} = \left( \frac{\tau_{am}}{\tau_a} \right)^2 \quad (4)$$

Из (2) и (4) следует

$$1 - \left( \frac{\tau_{am}}{\tau_a} \right)^2 = \frac{a}{2} \cdot L(a) \quad (5)$$

Откуда из (5) при  $\tau_{am} = 33$  сек.,  $\tau_a = 43$  сек.

$$a = \frac{M_0 \mu_a N_0}{K T_m} \sim 1,7 \quad (6)$$

Тогда из (3) и (6)

$$\mu_a \sim 4,97 \cdot \frac{m_a \cdot R_{a1}^4 \cdot N_a^{2/3}}{M_0 \cdot N_0 \cdot T_{am}^2}$$

где  $m_a$  - масса аксиона. Используя полученные в [1-3] значения  $m_a$ ,  $R_{a1}$ ,  $N_a$  находим  $\mu_a \sim 1,05 \cdot 10^{-26}$  а.м<sup>2</sup>.

Эффекты взаимодействия аксионов с электронами обсуждался в [4]. Взаимодействие аксиона, имеющего кинетическую энергию  $\sim 10^{-29}$  дж., с электронами газов и твердых тел приводит, вероятно, к захвату последними аксионов. В результате система электрон - аксион имеет суммарный магнитный момент, отличающийся от магнетона Бора, и в атомах может происходить снятие вырождения и расщепление некоторых энергетических уровней. В связи с этим интересно отметить, что магнитный момент аксиона совпадает с радиационной поправкой к магнитному моменту электрона.

Принято считать, что слабый заряд индуцируется на частицах и при низких энергиях не сохраняется [5]. Аксионы, вероятно, приобретают слабый заряд в результате взаимодействия с атомами и электронами вращающегося твердого тела. Слабовзаимодействующие частицы структурируются вокруг тел в шаровые слои [1], в которых, благодаря слабому заряду, связываются за времена  $\tau \ll \tau_{am}$  с электронами молекул газа, приводя к вышеописанным эффектам. При прохождении светового потока через такой газ излучают те его молекулы, которые подвергаются воздействию структурированных в шаровые слои аксионов с индуцированным на них слабым зарядом. В результате этого эффекта и регистрируются ПСОН. Кроме того, следует отметить, что, поскольку в электро-слабой теории фотоны - сложные частицы [5], то возможно их рассеяние на возбужденных аксионах.

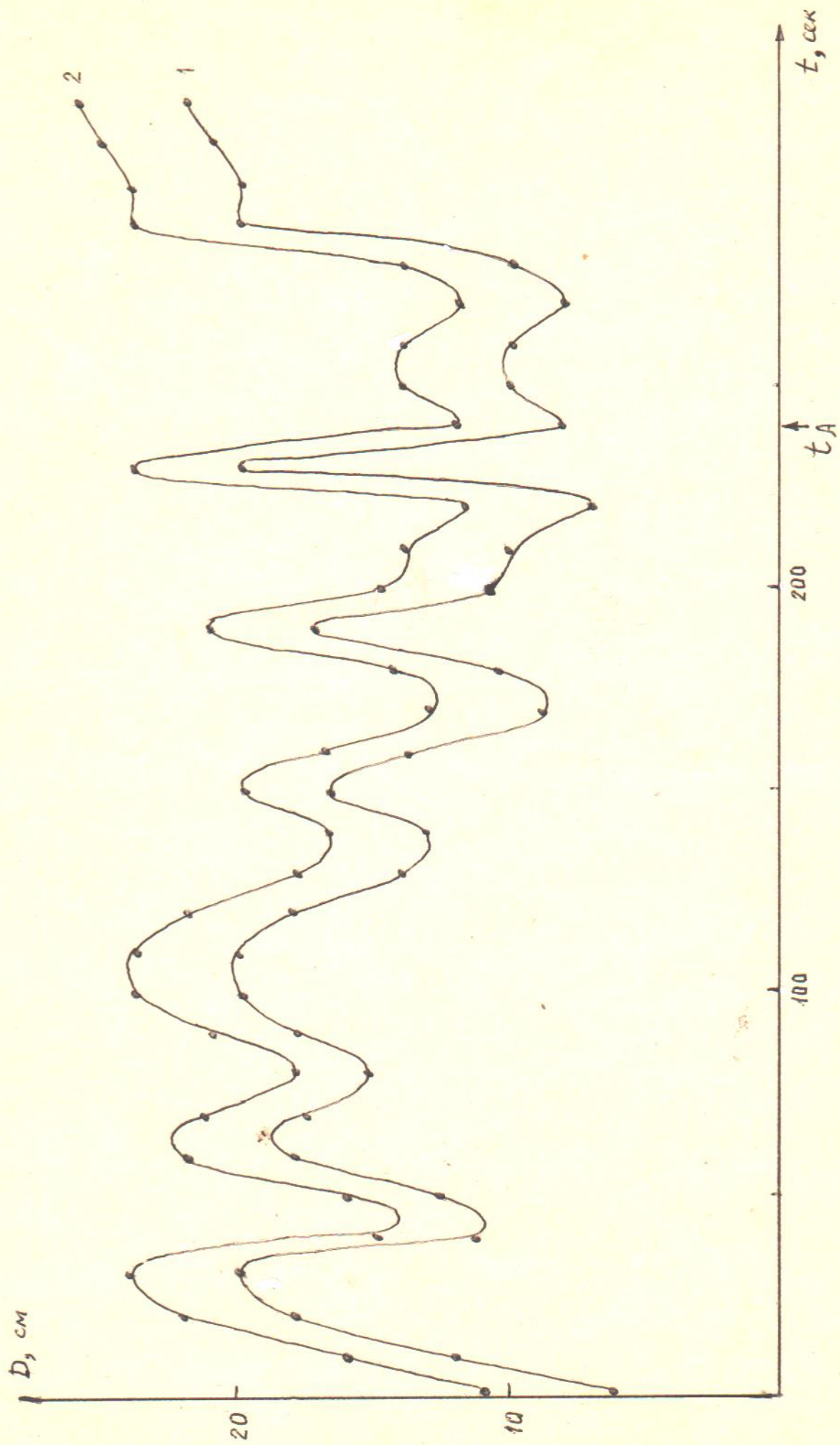
Институт минералогии, геохимии и  
кристаллохимии редких элементов г.Москвы

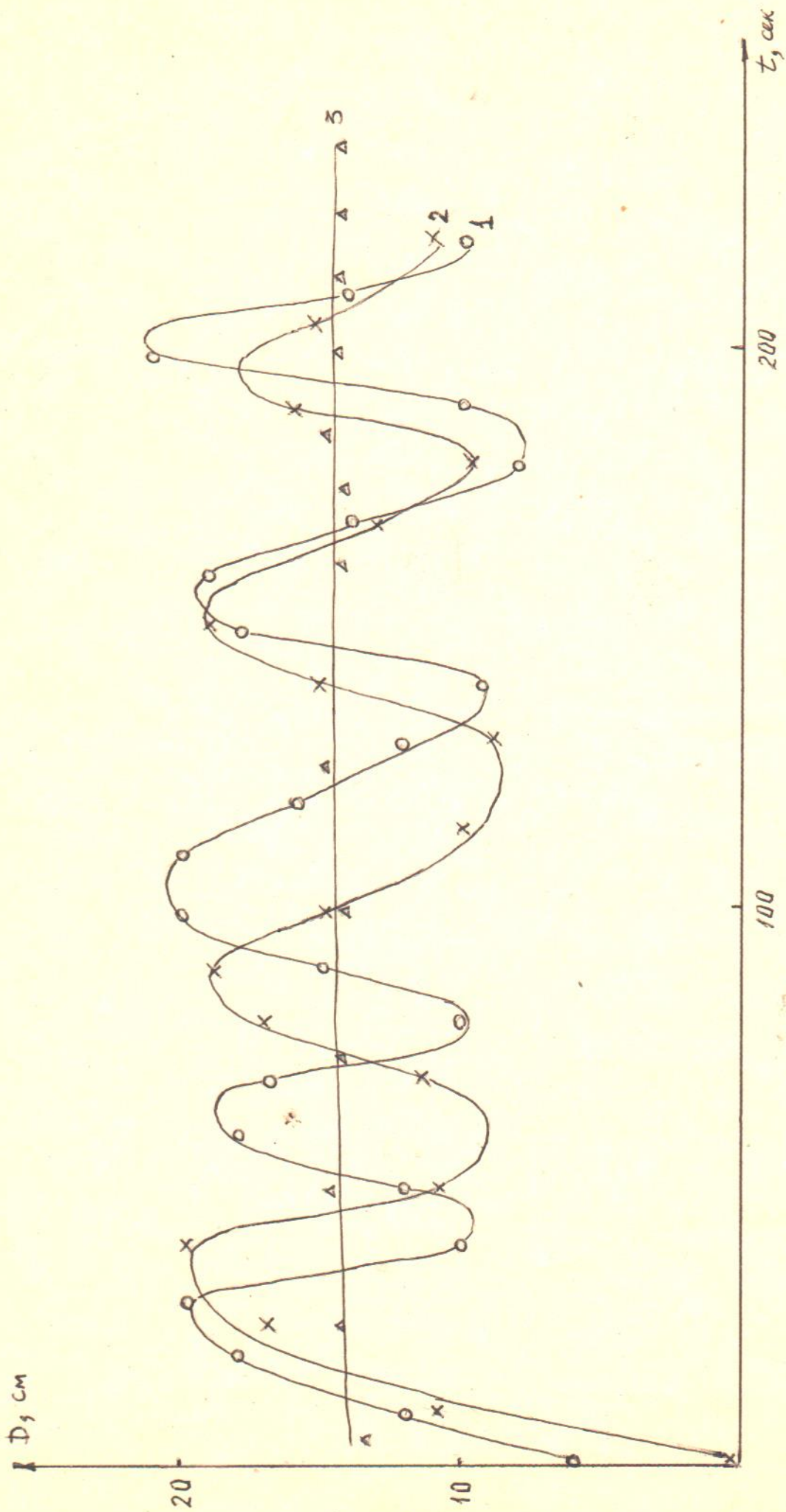
А.Ю. Шубин  
Фотосессия  
\*

Адрес: 125239, г.Москва, ул.Новопетровская, д.7, кв.15. Татур В.Ю.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1.] Охатрин А.Ф., Касьянов В.В., Татур В.Ю. - Письма в ЖТФ, 1988, т.14
- [2.] Охатрин А.Ф., Касьянов В.В., Татур В.Ю. - Письма в ЖТФ, 1988, т.14
- [3.] Охатрин А.Ф., Касьянов В.В., Татур В.Ю. - Письма в ЖТФ, 1988, т.14
- [4.] *Slonezewski J.C. - Physical Review D*, 1985, v.32, № 12, p.3338-3341.
- [5.] Джорджи Х. - УФН, 1982, т.136, вып.2, с.287-296.





## ПОДПИСИ К РИСУНКАМ

Рис. 1. Зависимость первого ( кривая 1 ) и второго ( кривая 2 ) диаметров колец ПСОН для свинцового конуса в магнитном поле  $H \sim 8 \cdot 10^4$  а/м от времени. В момент времени  $t_d$  магнитное поле выключают.

Рис. 2. Зависимость диаметра первого ( меньшего ) кольца ПСОН для свинцового конуса от времени в магнитном поле ( кривая 1 ), без магнитного поля ( кривая 2 ). Кривая 3 отражает зависимость ПСОН постоянного магнита от времени.