

Но тогда по теореме  $R_{n,s}(p_{m-1}) = 0$ , что и доказывает утверждение. Следствие 2. Если формула (1) не точна для некоторого многочлена степени  $m-1$ , то для этой формулы

$$\sup_{f \in W_{L_q}^{(m)}} |R_{n,s}(f)| = \infty.$$

Следствие 3. В классе  $W_{L_q}^{(m)}$  наилучшая формула среди формул вида (1), точных для многочленов степени  $m-1$ , является в то же время и наилучшей среди всех формул вида (1).

Отметим, что аналогичный факт имеет место и для кубатурных формул.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Аксень М. Б., Турецкий А. Х., Изв. АН БССР, Сер. физ.-матем., № 1, 15 (1966).
2. Лушпай Н. Е., Изв. ВУЗов, Математика, № 12, 53 (1969).
3. Корнейчук Н. П., Лушпай Н. Е., Изв. АН СССР, Сер. матем., 33, 1416 (1969).
4. Никольский С. М., Квадратурные формулы, М., 1958.

Таллинский политехнический институт

Поступила в редакцию  
7/IX 1970

EESTI NSV TEADUSTE AKADEEMIA TOIMETISED. 20 KOIDE  
FOOSIKA \* МАТЕМАТИКА. 1971, NR. 1

ИЗВЕСТИЯ АКАДЕМИИ НАУК ЭСТОНСКОЙ ССР. ТОМ 20  
ФИЗИКА \* МАТЕМАТИКА. 1971, № 1

<https://doi.org/10.3176/phys.math.1971.1.14>

УДК 539.28

Т. САЛУВЕРЕ, Э. ЛИППМАА

### О СПИН-РЕШЕТОЧНОЙ РЕЛАКСАЦИИ ЯДЕР $^{15}\text{N}$ В ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЯХ

T. SALUVERE, E. LIPPMÄA.  $^{15}\text{N}$  TUUMADE SPIN-VÕRE RELAKSATSIOONIST  
ORGAANILISTES ÜHENDITES

T. SALUVERE, E. LIPPMÄA. ON THE SPIN-LATTICE RELAXATION OF  $^{15}\text{N}$   
NUCLEI IN ORGANIC COMPOUNDS

В литературе до настоящего времени не имеется данных о спин-решеточных временах релаксации  $T_1$  азота-15 в органических соединениях, хотя этот вопрос представляет несомненный интерес как с точки зрения изучения самих механизмов релаксации, так и для практической регистрации слабых сигналов  $^{15}\text{N}$ , особенно в эксперименте с накоплением сигнала [1], когда при однократном прохождении сигнал ниже уровня шума.

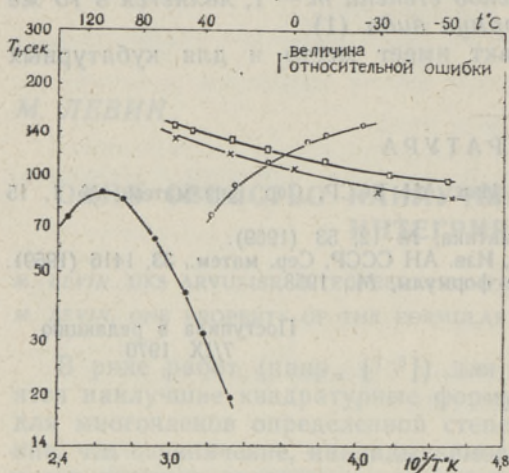
Нами измерена температурная зависимость  $T_1$  азота-15 в нитрогруппе нитрометана (I) и 2,5-динитропиррола (II), а также среднего азота в диазоаминобензоле (III). Соединение III синтезировано на



основе обогащенного азотом-15 нитрита натрия, обогащенные азотом-15 соединения I и II получены из Института органической химии АН СССР.

Применялись шарообразные ампулы диаметром 15 мм. Пробы были освобожжены от растворенного кислорода продуванием чистого аргона, а затем запаяны.

Использован ранее описанный универсальный спектрометр с термостатируемой в широком диапазоне температур измерительной головкой [2, 3].



Температурная зависимость  $T_1$  азота-15 в органических соединениях. 1 — нитрометан; 2 — 2,5-динитропиррол (0,24 г) в ацетоне (0,54 г); 3 — 2,5-динитропиррол (0,24 г) в дейтероацетоне (0,61 г); 4 — диазоаминобензол (1,0 г) в дейтеро-диметилформамиде (0,8 г).

ацетоне при той же молекулярной концентрации компонентов времена релаксации  $T_1$  азота  $^{15}\text{N}$  даже короче, ввиду увеличения вязкости раствора.

В диазоаминобензоле при более низких температурах доминирует внутримолекулярное диполь-дипольное взаимодействие с протонами, при температурах выше  $100^\circ\text{C}$  преобладающим становится спин-вращательное взаимодействие, но надо учитывать и возможность некоторого термического разложения вещества.

Примечание. Когда это сообщение было уже в наборе, из печати вышло наше исследование релаксации ядер  $^{15}\text{N}$  в неорганических ионах [5].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Липпмаа Э., Пускар Ю., Паст Я., Изв. АН ЭССР, Физ. Матем., 17, 112 (1968).
2. Липпмаа Э., Паст Я., Оливсон А., Салувере Т., Изв. АН ЭССР, Сер. физ.-матем. и техн. н., 15, 58 (1966).
3. Липпмаа Э. Т., Мяги М. Я., Паст Я. О., Ерашко В. И., Шевелев С. А., Файнзильберг А. А., Изв. АН СССР, Сер. хим. (в печати).
4. Hubbard P. S., Phys. Rev., 131, 1155 (1963).
5. Saluvere T., Lippmaa E., Chem. Phys. Lett., 7, 545 (1970).

Измерение  $T_1$  проведено на частоте 6,08 Мгц во время наблюдения за восстановлением намагниченности после ее инверсии при быстром адиабатическом прохождении. Точность термостатирования пробы  $\pm 1^\circ$ .

Результаты измерений представлены на рисунке. Для нитрометана доминирующим механизмом релаксации во всем исследуемом интервале температур является спин-вращательное взаимодействие [4]. Релаксация азота нитрогруппы в большей молекуле 2,5-динитропиррола имеет диполь-дипольный характер. Доминирующим здесь можно считать внутримолекулярное диполь-дипольное взаимодействие между азотом и протонами. Взаимодействие азота нитрогруппы с протонами растворителя (ацетона) незначительное, так как в дейтеро-