

Jerzy A. Janik

Henryk Niewodniczański - inicjator badań neutronowych w Krakowie

Prace Komisji Historii Nauki Polskiej Akademii Umiejętności 3, 173-179

2001

Artykuł został zdigitalizowany i opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej bazhum.muzhp.pl, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

Jerzy JANIK

HENRYK NIEWODNICZAŃSKI INICJATOR BADAŃ NEUTRONOWYCH W KRAKOWIE*

Część I

Wspomnienie pewnej rozmowy

Ta moja rozmowa z profesorem Niewodniczańskim miała miejsce w jesieni 1948 r. Kilka miesięcy przedtem uzyskałem magisterium i teraz oczekiwałem od Profesora sugestii co do pracy doktorskiej. Profesor powiedział: „Drogi Kolego! Przed wojną, razem z Westcottem, próbowaliśmy otrzymać neutrony i mierzyć ich absorpcję w różnych materiałach. Do otrzymania neutronów służyło źródło radowo-berylowe. Detektorem była komora jonizacyjna, której ścianki były pokryte borem, dającym w interakcji z neutronami silnie jonizujące cząstki alfa. Neutrony szybkie, dostarczane przez źródło, były spowalniane w warstwie parafiny. Parafina mogła być albo w temperaturze pokojowej, albo zanurzona w ciekłym azocie. Dawało to dwa różne rozkłady energetyczne spowolnionych neutronów, a więc, w ten niedoskonały sposób, informowało nas z grubsza o zależności przekroju czynnego na absorpcję od energii neutronów. Może byście, Kolego, zajęli się absorpcją neutronów w ramach waszej pracy doktorskiej?”

Miałem oczywiście szereg pytań, potrzebowałem wyjaśnień. Ale nie przyszło mi na myśl spytać, skąd ja, u licha, mam wziąć te neutrony?

*Referat wygłoszony w ramach sesji Komisji Historii nauki PAU w stulecie urodzin Henryka Niewodniczańskiego na krakowskim Konwersatorium Fizycznym w dniu 16 listopada 2000 r.

Było jasne, że to mój problem, tak jak i moim problemem była sprawa aparatury detekcyjnej, którą musiałem zbudować własnymi rękami.

Chętnie dzisiaj porównujemy postawy studentów (czy doktorantów) z czasów naszej młodości i teraz. Wydaje nam się (mam tu na myśli moje pokolenie), że w dzisiejszej postawie jest zbyt dużo aspektów roszczeniowych. Być może zresztą student czy doktorant ma prawo żądać aparatury, środków, dostępu do urządzeń unikalnych itd. Wtedy jednak, gdy opisana rozmowa miała miejsce, zaledwie trzy lata po wojnie, trzeba było albo nie działać w ogóle, albo działać *contra spem*...

Dlatego uważam, że profesor, sugerując mi temat pracy doktorskiej, zrobił to tak, jak należało. Twierdzę, że tą sugestią prof. Niewodniczański zainicjował badania neutronowe w Krakowie, badania, których historia liczy już sobie pół wieku.

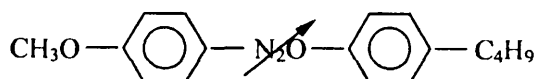
W drugiej części tego artykułu dokonuję przeskoku w czasie o te niemal pół wieku i przedstawiam wybrany przykład z naszych najnowszych prac z tej dziedziny.

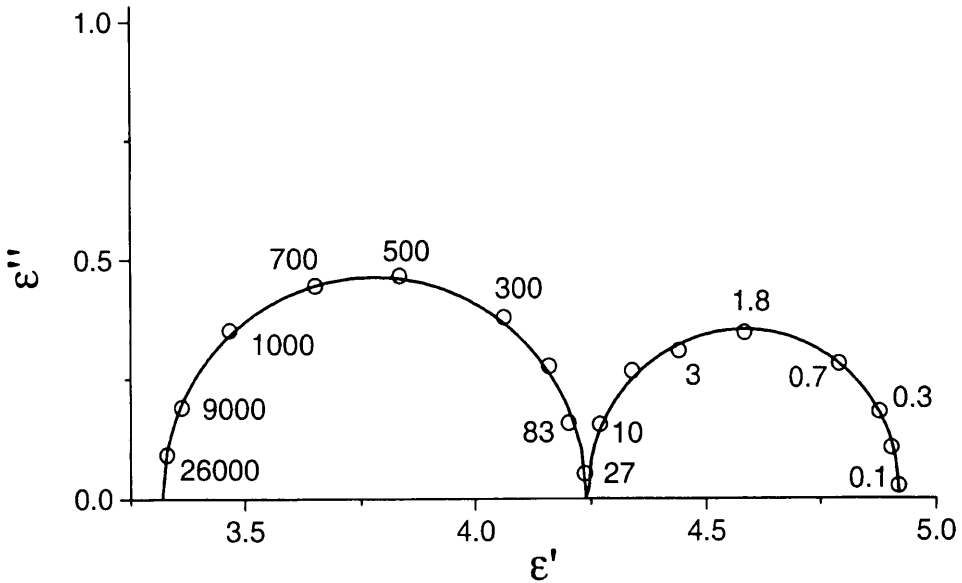
Część II

Wybrany przykład: Rotacja w nematycznych ciekłych kryształach PAA i PAP [1]

Różnego typu układy molekularne mogłyby być dyskutowane z punktu widzenia dynamiki ich molekuł. A więc i *sensu stricto* kryształy molekularne (o oddziaływaniach typu van der Waalsa między molekułami), i kryształy jonowo-molekularne, i szkła molekularne, i układy liotropowe, i termotropowe ciekłe kryształy. Również różnego rodzaju ruchy mogłyby wchodzić w grę, a więc dyfuzje translacyjne i rotacyjne indywidualnych molekuł, jak również ruchy kolektywne typu fononów.

W Krakowskiej Grupie Kryształów Molekularnych i Ciekłych Kryształów przebadano pod aspektem dynamiki molekuł wiele substancji, w ciągu kilkudziesięciu lat istnienia grupy. Wybrany przykład jest może o tyle typowy, że pokazuje, jak komplementarne metody badawcze mogą współdziałać w otrzymywaniu informacji na temat dynamiki. W tym przykładzie chodzi o metodę relaksacji dielektrycznej i metodę niespójnego, quasi-elastycznego rozpraszania neutronów. Moc metody relaksacji dielektrycznej ilustruje rys. 1 [2]. Nematyczny ciekły kryształ (jako przykładowo wybrany metoksy-fenilo-butylo-benzen)



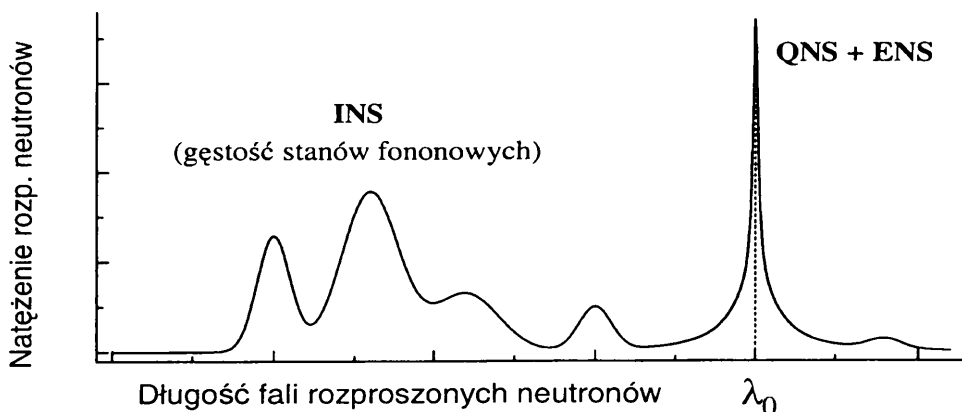


Rys 1. Wyniki pomiaru relaksacji dielektrycznej dla metoksy-butylo-benzenu w reprezentacji Cole-Cole (ϵ'' vs. ϵ'). Faza nematyczna. $n \parallel E$. Liczby oznaczają częstość w megahercach. (Wg [2]). ϵ' i ϵ'' oznaczają rzeczywistą i urojoną składową przenikalności dielektrycznej. ϵ'_0 i ϵ'_∞ są wartościami przenikalności przy częstości zero i ∞ . ω oznacza częstość, zaś τ_D czas dielektrycznej relaksacji,

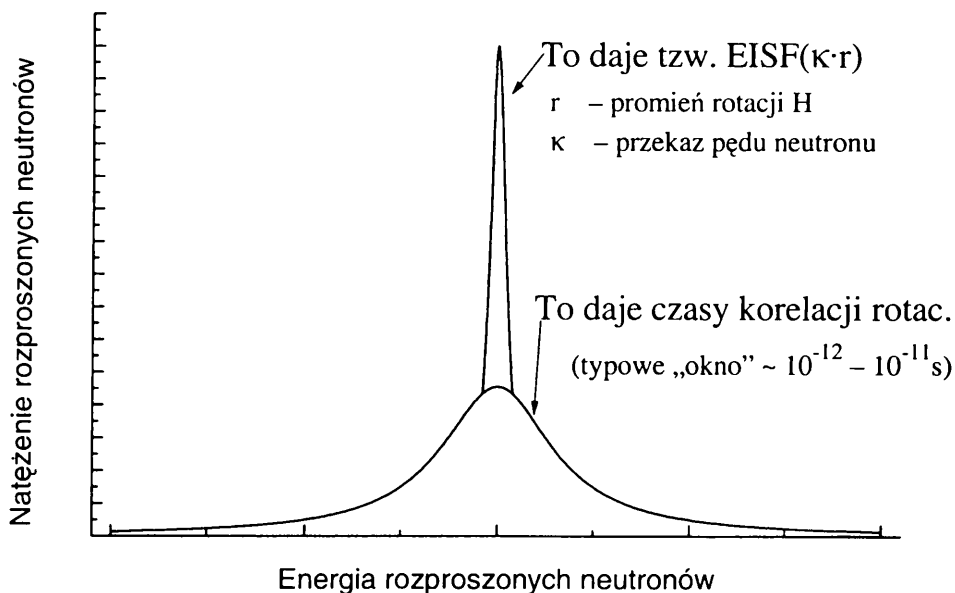
$$\epsilon' = \epsilon'_\infty + \frac{\epsilon'_0 - \epsilon'_\infty}{1 + (\omega\tau_D)^2}; \quad \epsilon'' = \frac{\epsilon'_0 - \epsilon'_\infty}{(1 + \omega\tau_D)^2} \omega\tau_D.$$

wykazuje w tzw. reprezentacji Cole-Cole (czyli w reprezentacji ϵ'' vs. ϵ') dwa wyraźnie odrębne obszary relaksacji: jeden odpowiadający szybkim ruchom reorientacyjnym wokół osi długiej (obszar gigahercowy) i drugi odpowiadający znacznie wolniejszym ruchom reorientacyjnym wokół osi krótkiej (obszar megahercowy). Obiektem, którego zachowanie się jest śledzone w metodzie relaksacji dielektrycznej, jest trwały moment dipolowy molekuly. W przypadku molekuly przedstawionej na powyższym rysunku moment dipolowy umiejscowiony jest w centralnej grupie N_2O .

W metodzie niespójnego rozpraszania neutronów bardzo duża wartość przekroju czynnego na rozpraszanie, którą posiadają atomy wodoru, dominuje, tak że zachowanie się pod aspektem dynamiki próbki śledzimy poprzez jądra wodoru. Wyniki otrzymuje się w formie przedstawionej na rys. 2. Po wyizolowaniu, przez odpowiednie odjęcie tła, składowej quasi-elastycznej (+elastycznej) widma otrzymujemy typowy kształt tej składowej, który dostarcza, przez dopasowanie modelowe, charakterystycznych czasów relaksacji (rys. 3) [3].



Rys. 2. Typowe widmo INS + QNS + ENS dla niekoherentnego rozpraszania w substancji wodorowej, INS – składowa nieelastyczna rozpraszania neutronów, QNS – składowa quasi-elastyczna rozpraszania neutronów, ENS – składowa elastyczna rozpraszania neutronów.

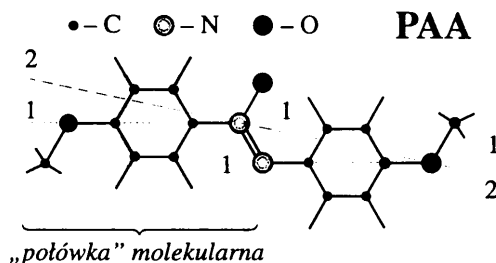


Rys. 3. Typowe widmo QNS + ENS. Składowa elastyczna (poprzez „elastic incoherent structure factor”, EISF) niesie informacje o charakterze („geometrii”) ruchu rotacyjnego. Składowa quasi-elastyczna daje czasy korelacji rotacyjnej. Muszą one jednak przypadać na „okno obserwacyjne” metody, pozwalające na obserwację czasów w granicach kilka + kilkadziesiąt ps.

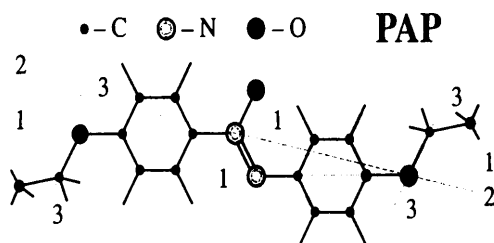
Sekwencja faz w badanych w prezentowanym przykładzie związkach jest następująca:

PAA: Cr 118°C N 135.5°C Iso } Cr oznacza kryształ, N – faza nematyczna,
 PAP: Cr 136.6°C N 167.5°C Iso } Iso – ciecz izotropowa.

Struktura molekularna przedstawiona jest na rys. 4 i 5.

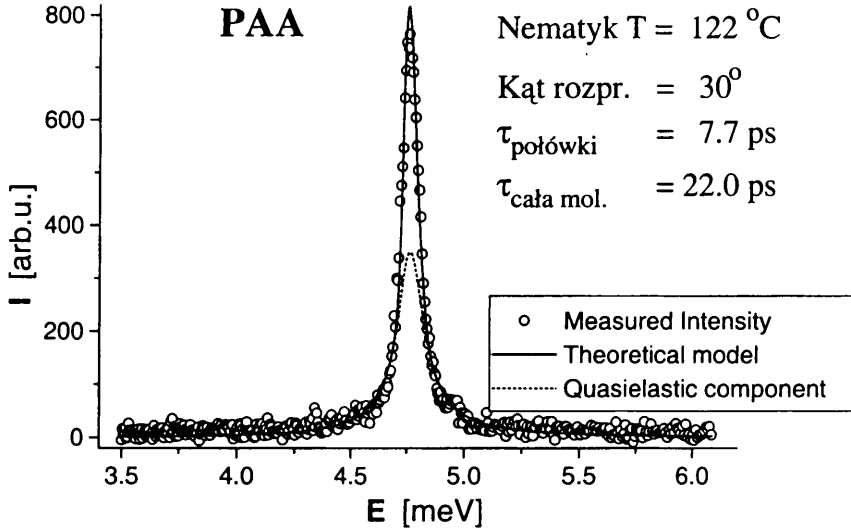


Rys. 4. PAA. Linie 1-1 i 2-2 oznaczają wzięte pod uwagę w modelu osie rotacji.

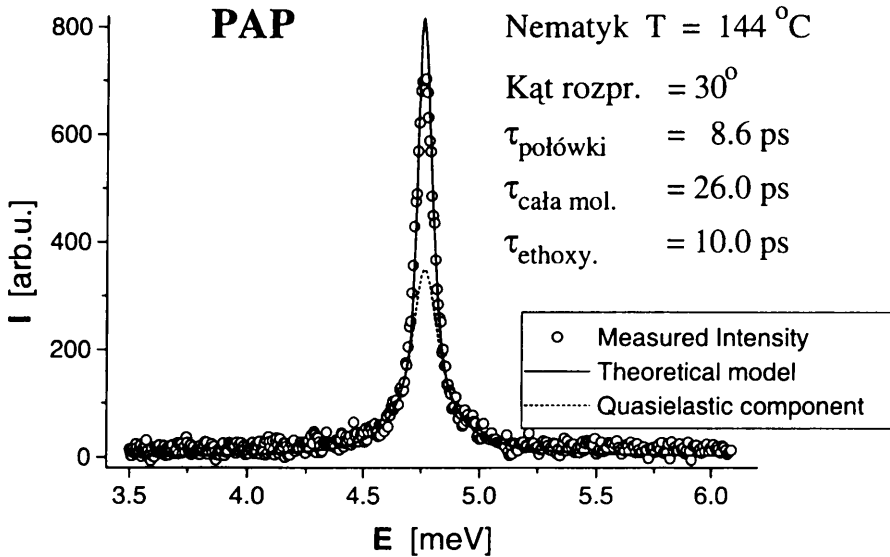


Rys. 5. PAP. Linie 1-1, 2-2 i 3-3 oznaczają wzięte pod uwagę w modelu osie rotacji.

Najpierw robimy „przymiarke” modelową zakładając, że otrzymane (i przedstawione na rys. 6 i 7) widma neutronowe (QNS + ENS) dadzą się wytłumaczyć przy pomocy jednego ruchu rotacyjnego, a mianowicie ruchu „połówek” molekularnych wokół osi 1-1 (czyli osi C-N). Wtedy τ dla tego ruchu, otrzymany z dopasowania modelowej funkcji rozproszenia, wynosi 8.5 ps dla PAA, a dla PAP 8.3 ps. Dopasowania nie są jednak zbyt dobre. Wprowadzamy zatem do modelu drugi ruch, a mianowicie ruch całej molekuly wokół jej długiej osi bezwładności, obok ruchu „połówek”. Dla tego ruchu całej molekuly nie poszukujemy czasu τ , gdyż znany jest on (jako τ_d) z pomiarów relaksacji dielektrycznej i wynosi: 22 ps dla PAA [5] i 26 ps dla PAP [5]. Poszukujemy natomiast



Rys. 6. Dopasowany model (2 ruchy) do widma QNS dla PAA. (Wg [1]).



Rys. 7. Dopasowany model (3 ruchy) do widma QNS dla PAP. (Wg [1]).

nowych wartości τ dla rotacji „połówek”. Te wartości otrzymane z nowego dopasowania wynoszą: 7.7 ps dla PAA i 3.9 ps dla PAP. Dopasowanie dla PAA jest bardzo dobre, dla PAP pozostawia jednak nieco do życzenia. Ponadto mała wartość τ (3.9 ps) wydaje się nierozsądna, wobec wartości dla PAA. Dlatego dla PAP wprowadzamy jeszcze trzeci ruch (obok dwóch poprzednich), a mianowicie przeskoki interkonformacyjne wokół osi 3-3 w grupie etoksy. Wprowadzenie tego ruchu daje na τ „połówek” wartość 8.6 ps (rozsądną), a na τ przeskoków w grupie etoksy wartość 10 ps.

Wyniki neutronowe uzyskane były dzięki współpracy Kraków – Kjeller (Norwegia) – Dubna. Pilotujące wyniki uzyskane były w Norwegii, na spektrometrze z „szeroką” energetyczną zdolnością rozdzielczą, a wyniki ostateczne w Dubnej, przy reaktorze IBR-2, na spektrometrze z „wąską” zdolnością rozdzielczą.

Literatura

- [1] R. Podsiadły, J. A. Janik, J. Mayer, J. Krawczyk, T. Stanek, *Acta Phys. Polonica*, A91, 513 (1997).
- [2] J. P. Parneix, A. Chaptin, E. Constant, *J. Phys. (France)*, 36, 1143 (1975).
- [3] S. Wróbel, J. A. Janik, J. Mościcki, S. Urban, *Acta Phys. Polonica*, A48, 215 (1975).
- [4] S. Urban, S. Wróbel, K. Chłędowska, J. Chruściel, J. A. Janik, H. Kresse, *Mol. Cryst. Liq. Cryst.*, 100, 57 (1983).
- [5] *Fizyka chemiczna*, wyd. J. M. Janik, PWN, Warszawa 1989.