

Wyznaczenie momentu dipolowego metodą Guggenheima i Smitha

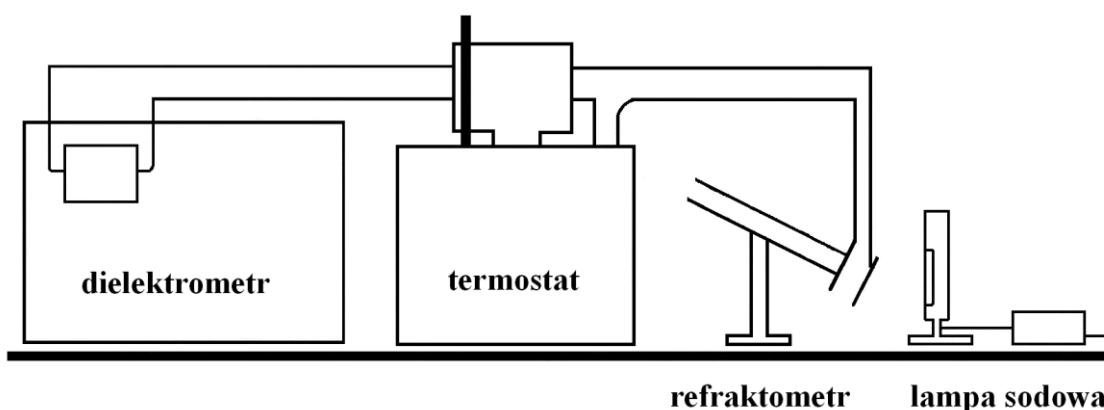
Celem pomiarów jest wyznaczenie trwałego momentu dipolowego wybranego związku organicznego.

Metoda pomiaru

Metoda Guggenheima i Smitha wyznaczenia trwałego momentu dipolowego oparta jest na pomiarze stałej dielektrycznej i współczynnika załamania światła rozcieńczonych roztworów substancji badanej w rozpuszczalniku obojętnym. Opis metody znajduje się w skrypcie R. Bareła, A. Sporzyński, W. Ufnalski *Chemia fizyczna, ćwiczenia laboratoryjne*, Oficyna Wydawnicza PW, Warszawa, 1997.

Aparatura

Schemat zestawu pomiarowego do wyznaczania momentu dipolowego przedstawia rysunek:



Dielektrometr – firmy MLW typu GK–68 z termostatowanym kondensatorem pomiarowym.

Termostat – ultratermostat U–10.

Refraktometr zanurzeniowy z termopryzmatem firmy Carl Zeiss, lampa sodowa i transformator.

Drobny sprzęt: kolbki stożkowe o objętości 50 cm³ z korkami, strzykawki, łopatką, suszarka do włosów.

Odczynniki: rozpuszczalnik (cykloheksan lub dioksan), substancja badana.

Wykonanie ćwiczenia

1. Uzgodnić wybór substancji badanej i rozpuszczalnika.

Uruchomić ultratermostat, ustalić temperaturę $T = 25.0$ °C.

2. Włączyć diektrometr (jego włączenie na początku ćwiczenia jest konieczne ze względu na trwające około pół godziny termostatowanie układów elektronicznych).
3. Sporządzić trzy roztwory substancji badanej o stężeniu (ułamek wagowy)

$$0 < w_2 \leq 0,05$$

w ilości ok. 40 cm³. Ze względu na lotność rozpuszczalnika zarówno podczas ważenia, jak i w dalszych czynnościach, należy pamiętać o szczelnym zamykaniu naczyń i maksymalnie ujednoczyć postępowanie ze wszystkimi roztworami.

4. Przeprowadzić pomiary stałej dielektrycznej rozpuszczalnika i sporządzonych roztworów.
UWAGA: W trakcie pomiarów zachować kolejność zgodną ze wzrostem stężenia substancji badanej. Po opróżnieniu (przy pomocy strzykawki z giętką igłą) kondensator przepłukać jeden raz następnym roztworem.
5. Wyznaczyć współczynnik załamania światła rozpuszczalnika i sporządzonych roztworów.

Opracowanie wyników

1. Korzystając z równania prostej kalibracyjnej diektrometru

$$\varepsilon = -0.0256 \cdot \delta + 3.589$$

obliczyć wartości stałych dielektrycznych.

2. Stosując metodę najmniejszych kwadratów wyznaczyć współczynniki równań opisujących zależność stałej dielektrycznej i kwadratu współczynnika załamania światła w funkcji ułamka wagowego.

$$\varepsilon_{12} = \varepsilon_1 + \alpha \cdot w_2$$

$$n_{12}^2 = n_1^2 + \beta \cdot w_2$$

3. Obliczyć moment dipolowy badanej substancji. Porównać wyznaczoną doświadczalnie wartość μ z momentem dipolowym obliczonym przy założeniu addytywności udziałów grupowych.
4. Wykorzystując metodę Gaussa oszacować niepewność pomiarową obliczonej wartości momentu dipolowego. Uwzględnić $\Delta T=0,1$ K oraz $\Delta\alpha$, $\Delta\varepsilon_1$, $\Delta\beta$, Δn_1^2 jako przedziały ufności (na poziomie istotności 0,05) odchyłeń standardowych wyznaczonych parametrów równań liniowych.

$$\frac{1}{3\varepsilon_0} N_A \frac{\mu^2}{3kT} = \left[\frac{3\alpha}{(\varepsilon_1 + 2)^2} - \frac{3\beta}{(n_1^2 + 2)^2} \right] \frac{M_2}{\rho_1}$$

Spis symboli:

- α, β – współczynniki kierunkowe funkcji liniowych
- δ – wskazanie dielektrometru
- ε – stała dielektryczna (względna przenikalność dielektryczna)
- ε_0 – przenikalność dielektryczna próżni
- μ – moment dipolowy
- ρ – gęstość
- k – stała Boltzmana
- M – masa cząsteczkowa
- N_A – stała Avogardo
- n – współczynnik załamania światła linii D światła sodowego
- T – temperatura

Indeksy:

- 1 – rozpuszczalnik
- 2 – substancja badana
- 12 – roztwór