

WYZNACZANIE ENERGII DYSOCJACJI MOLEKUŁY JODU (J_2)

1 Cel ćwiczenia

Bezpośrednim celem ćwiczenia jest wyznaczenie energii dysocjacji molekuły I_2 .

W trakcie przygotowywania doświadczenia oraz realizacji pomiarów wykonujący ćwiczenie poznaje:

- strukturę poziomów energetycznych molekuły dwuatomowej,
- technikę optycznej spektroskopii absorpcyjnej,
- monochromator,
- fotopowielacz,
- specyfikę pomiarów kontrolowanych przez komputer,
- zastosowanie komputera do analizy danych.

W wyniku przeprowadzonych pomiarów wykonujący ćwiczenie wyznacza:

- energię dysocjacji elektronowego stanu wzbudzonego B,
- kształt studni potencjału tego stanu,
- energię dysocjacji molekuły jodu I_2 .

2 Zagadnienia do przygotowania (proszę wykorzystać literaturę podaną na str. 4 i 5)

2.1 *Widma emisyjne atomów, molekuł i ciał stałych*

2.2 *Struktura energetyczna molekuły dwuatomowej*

Poziomy rotacyjne, oscylacyjne, elektronowe – ich struktura i energia.

2.3 *Definicja energii dysocjacji*

2.4 *Czynniki wpływające na natężenie poszczególnych przejść absorpcyjnych*

Prawo Boltzmann, termiczne obsadzenie poziomów energetycznych.

Wpływ rozkładu obsadzeń poziomów energetycznych na widmo absorpcji.

Przejścia elektronowo-oscyłacyjne – reguła Francka-Condon.

Kształt funkcji falowych różnych stanów oscylacyjnych.

Prawdopodobieństwa przejść, czynniki Francka-Condon

2.5 *Wyznaczanie energii dysocjacji – aproksymacja Birge-Sponer*

2.6 *Budowa i działanie monochromatora*

Budowa monochromatora. Siatka dyfrakcyjna, krzywa dyspersji.

Charakterystyka monochromatora: zdolność rozdzielcza, jasność, apertura, szczelina normalna (patrz Dodatek 3 i np. pozycja [9] z Literatury).

2.7 Budowa i działanie fotopowielacza

Budowa fotopowielacza, tryby pracy, zależność wydajności kwantowej od energii fotonów (czułość spektralna), wpływ czułości spektralnej na wyniki.

2.8 Przetwornik analogowo-cyfrowy

Podstawowe parametry przetwornika A/D: szybkość konwersji, dokładność (liczba bitów).

2.9 Przewidywane wyniki

Bardzo ważny punkt !

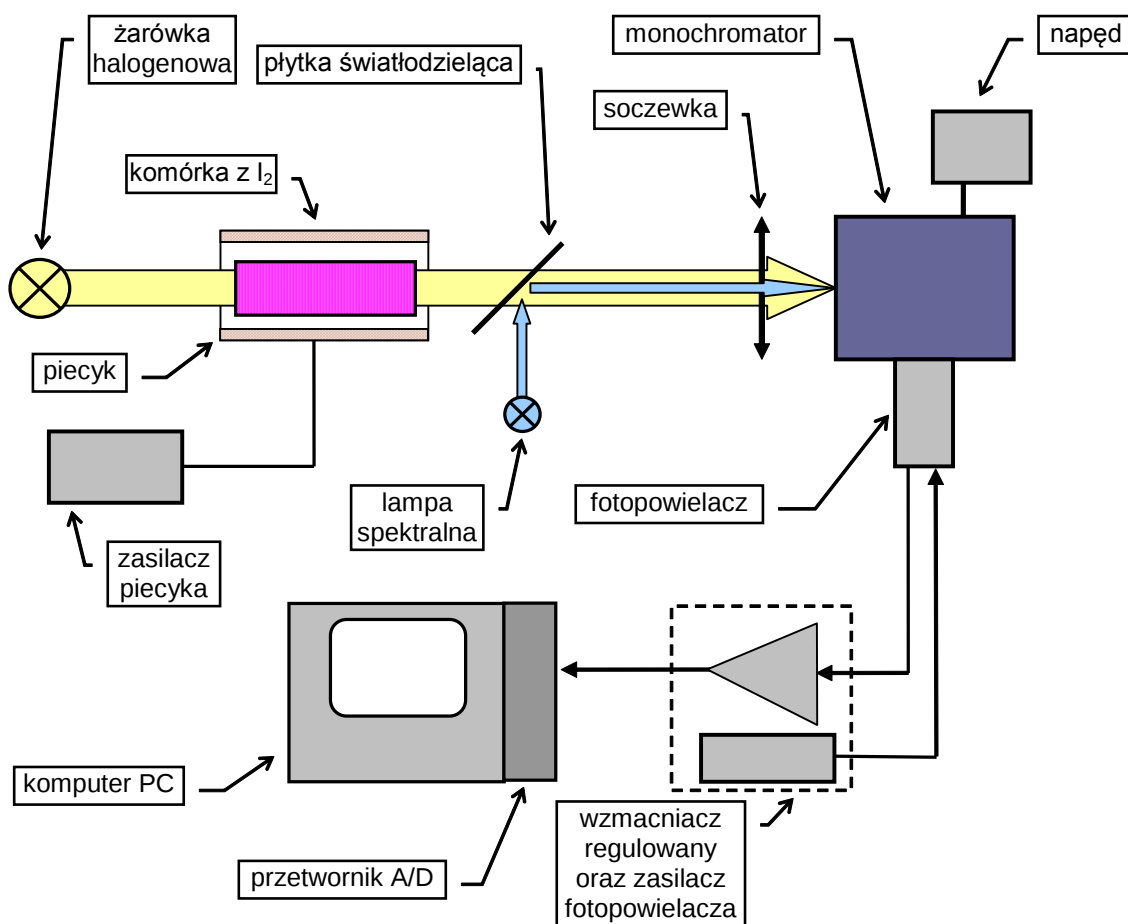
Wykonujący ćwiczenie powinien posiadać szczegółowy plan pomiarów. Ponadto powinien przewidzieć ewentualne trudności, umieć przewidzieć, jak będą wyglądały wyniki pomiarów oraz posiadać plan opracowywania wyników pomiarów.

2.10 Plan pracy

Wykonujący ćwiczenie powinien przystąpić do ćwiczenia z gotowym planem pracy.

3 Układ doświadczalny

Układ doświadczalny przedstawiony jest na Rys. 1.



Rys. 1 Układ doświadczalny do wyznaczania energii dysocjacji I_2

Wykonujący ćwiczenie ma do dyspozycji następującą aparaturę:

- komórkę jodową umieszczoną w piecyku,
- zasilacz piecyka,
- lampę halogenową z zasilaczem,
- lampę spektralną (wypełnioną mieszaniną Hg, Cd) z zasilaczem,
- soczewkę skupiającą,
- płytkę światłodziącą,
- monochromator siatkowy,
- napęd siatki dyfrakcyjnej,
- fotopowielacz z wbudowanym zasilaczem wysokiego napięcia,
- wzmacniacz regulowany,
- kartę pomiarową z przetwornikiem A/D do komputera PC,
- komputer PC z programem obsługującym kartę pomiarową.

4 Przebieg pomiarów

W czasie pracy wykonujący prowadzi dokładne notatki, tak by można było odtworzyć wszystkie parametry przeprowadzanych pomiarów

4.1 Układ doświadczalny i charakterystyki poszczególnych urządzeń

Dobra znajomość aparatury, która jest do dyspozycji pozwoli na pełną kontrolę doświadczenia. Należy pamiętać, że aparatura ma zakresy i graniczne parametry pracy. Ich przekroczenie przypuszczalnie spowoduje uzyskanie błędnych wyników. Może grozić również jej zniszczeniem. Informacje dotyczące niektórych przyrządów są dołączone do materiałów.

4.2 Praca z monochromatorem

Należy włączyć lampę spektralną i oświetlić prawidłowo szczelinę wejściową monochromatora. Przy zdjętym fotopowielaczu (pomoc prowadzącego) należy zaobserwować i zanotować położenie siatki dyfrakcyjnej (odczyt na skali monochromatora) dla najintensywniejszych linii emitowanych przez lampę spektralną. Należy zwrócić uwagę czy nie obserwuje się różnych rzędów ugięcia na siatce. Jeśli tak, należy zdecydować, w którym rzędzie będą przeprowadzane pomiary.

4.3 Oprogramowaniem karty pomiarowej (przetwornika A/D) umieszczonej w komputerze oraz napędu siatki dyfrakcyjnej

Po włączeniu komputera należy uruchomić program obsługujący doświadczenie. Instrukcja obsługi programu z niezbędnymi informacjami jest dołączona do materiałów.

4.4 Parametry pracy poszczególnych urządzeń. Rejestracja widma lampy spektralnej. Wyznaczenie krzywej dyspersji.

Po przymocowaniu fotopowielacza do monochromatora (pomoc prowadzącego) należy połączyć przyrządy wg schematu z Rys. 1. Aby prawidłowo zarejestrować widmo lampy spektralnej należy zastanowić się nad doбором parametrów pracy poszczególnych elementów aparatury. Proszę zastanowić się jak dobrać:

- otwarcie szczeliny monochromatora,
- wzmocnienie sygnału z fotopowielacza,

- szybkość obrotu siatki dyfrakcyjnej w monochromatorze,
- czas próbkowania przetwornika A/D.

Należy wykonać próbne pomiary. Przy optymalnym doborze parametrów pomiarowych, należy zarejestrować widmo lampy spektralnej. Następnie powinna zostać dokonana identyfikacja linii widmowych, co dostarczy danych do sporządzenia krzywej dyspersji. Identyfikując linie na podstawie danych tablicowych (str. 5) trzeba pamiętać o dwóch czynnikach wpływających na natężenie obserwowanego sygnału:

- zależność wydajności kwantowej fotopowielacza od długości
- stosunek prężności par Hg:Cd

Należy pamiętać, aby przy następnych pomiarach nie zmieniać szybkości obrotu siatki dyfrakcyjnej w monochromatorze i czasu próbkowania przetwornika A/D, inaczej sporządzona krzywa dyspersji będzie nieużyteczna.

Z powodu charakterystyki spektralnej fotopowielacza stosowanego w ćwiczeniu S1 należy spodziewać się jej wpływu na rejestrowane widmo absorpcji I_2 .

4.5 Rejestracja widma żarówki halogenowej

Po włączeniu żarówki halogenowej i ustawieniu układu optycznego tak, by szczelina wejściowa monochromatora była prawidłowo oświetlona, należy zarejestrować jej widmo. Należy pamiętać o charakterystyce widmowej wydajności kwantowej fotopowielacza.

4.6 Rejestracja widma absorpcyjnego I_2 dla różnych temperatur komórki

Na drodze promieniowania z żarówki należy umieścić komórkę z jodem. Następnie należy dobrać odpowiednio parametry pomiaru i zarejestrować widmo absorpcyjne.

Przy pomocy płytki światłodzieliącej należy zarejestrować równocześnie widmo absorpcyjne I_2 i widmo lampy spektralnej dla temperatury w pracowni. Należy dobrać odpowiednio stosunki natężeń światła z żarówki i z lampy spektralnej.

Powtórzyć pomiary dla wyższych temperatur komórki z jodem (np. 40°C, 50°C, 60°C). Nie przekraczać temperatury 70°C.

5 Opracowanie wyników

Dla uzyskania dobrych wyników bardzo ważne jest dokładne wyznaczenie krzywej dyspersji. Należy zastanowić się, jaką krzywą analityczną powinna być krzywa dyspersji dla monochromatora z siatką dyfrakcyjną (patrz Dodatek 3). Należy następnie oszacować, jaki błąd można popełnić przy wyznaczeniu punktów na podstawie widma lampy spektralnej. Punkty powinny leżeć na dopasowanej krzywej z dokładnością do tego błędu.

LITERATURA

- [1] Hollas, J.M, *Modern Spectroscopy*, John Wiley & Sons 1987, ISBN 0 471 91131 3
- [2] Atkins, P.W, *Chemia, przewodnik po chemii fizycznej*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1997, ISBN 83-01-12323-0
- [3] Beiser, A.: *Concepts of Modern Physics*, McGraw-Hill 1995, ISBN 0 07 004814 2

- [4] Herzberg, G. *Molecular Spectra and Molecular Structure*, vol. 1 Spectra of Diatomic Molecules, 2nd ed., Van Nostrand, Princeton, NJ, 1950.
- [5] Davies, M. J., *Simple Molecular Spectra Experiments*, J. Chem. Educ. 28:474, 1951.
- [6] D'alterio, R., R. Mattson, and R. Harris, *Potential Curves for the I₂ Molecule*, J. Chem. Educ. 51:282, 1974
- [7] McNaught, I. J., *The Electronic Spectrum of Iodine Revisited*, J. Chem. Educ. 57:101, 1980
- [8] Snadden, R.B., *The Iodine Spectrum Revisited*, J. Chem. Educ. 64:919, 1987
- [9] D. Kunisz, *Fizyczne podstawy emisyjnej analizy widmowej*, PWN, Warszawa 1973, str. 247-249

Tabela 1. Widmo spektralnej lampy rtęciowo-kadmowo-cynkowej

Pierwiastek	Linia widmowa	Długość fali [nm]
Cd	ciemnoczerwona, słaba	706,7218
Cd	ciemnoczerwona	696,5431
Hg	ciemnoczerwona	690,7161
Cd	czerwona	675,2831
Cd	jasnoczerwona	643,84696
Zn	jasnoczerwona	636,235
Hg	czerwonopomarańczowa, pierwsza	623,437
Hg	czerwonopomarańczowa, druga	612,327
Hg	pomarańczowa	607,264
Cd	pomarańczowa	603,2127
Hg	żółta, pierwsza	579,0654
Hg	żółta, druga	576,959
Cd	żółta	565,9708
Cd	żółtozielona	549,5875
Hg	jasnozielona	546,0724
Cd	jasnozielona	508,5823
Hg	ciemnozielona	491,6036
Zn	ciemnozielona	481,0534
Cd	zielononiebieska	479,9914
Zn	zielononiebieska	472,2163
Cd	niebieska	470,2317
Zn	niebieska	468,0140
Cd	jasnoniebieska, pierwsza	467,8150
Cd	niebieska, druga	466,2353
Cd	niebieska, trzecia	462,8445
Cd	niebieska, czwarta	452,2325
Cd	niebieska, piąta	451,0733
Hg	jasnoniebieska	435,8343
Hg	niebieska, średnia	434,7500
Cd	niebieska, jasna	434,5168
Hg	niebieska, słaba	433,923
Hg	fioletowa, słaba	410,8066
Hg	fioletowa, średnia	407,7811
Hg	fioletowa, jasna	404,6561
Hg	fioletowa, ciemna	398,3977