

# Wyznaczenie energii dysocjacji molekuły jodu $I_2$

Autor: Marcin Kujda Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej UJ



### Streszczenie

W eksperymencie wyznaczyłem energię dysocjacji molekuły jodu  $I_2$ ,  $D''_0 = 1.526(25)$  eV, 1.557(37) eV, 1.523(27) eV, 1.525(27) eV dla temperatur, odpowiednio  $30^{\circ}C$ ,  $40^{\circ}C$ ,  $50^{\circ}C$ ,  $60^{\circ}C$ . W tym celu zmierzyłem widma absorpcyjne molekuły jodu oraz skorzystałem z ekstrapolacji Birge-Sponer. Widma analizowałem w zakresie widzialnym. Otrzymane wyniki są zgodne, w granicach błędów pomiarowych z wartością tablicową  $D''_0(th) = 1.5424$  eV [3].

Wprowadzenie		Wynik	ki	
3- 	Rysunek1:Strukturaoscylacyjnychstanówenergetycznydla	Kalibracja urządzenia spektralnego		
$E_{A^*}$	różnych stanów elek- tronowych molekuły		Cd 479.991 nm Cd Cd Hg 467.814 hm 508 582 nm	560 Krzywa dyspersji



dwuatomowej AB, gdzie  $D_0''$  - energia dysocjacji,  $D_e''$  - głębokość studni potencjału,  $E_k$  - energia wybranego poziomu oscylacyjnego [1].

*Energia dysocjacji* jest to najmniejsza energia potrzebna do rozdzielenia składników molekuły, która znajduje się w stanie podstawowym. Dostarczenie do układu energii większej lub równej energii dysocjacji nie zawsze prowadzi do fragmentacji. Elektronowe stany wzbudzone i związane nimi systemy poziomów oscylacyjnych i rotacyjnych najczęściej leżą powyżej granicy dysocjacji poziomu podstawowego. Molekuła w takich stanach może być w dalszym ciągu układem związanym, mimo że jej energia wewnętrzna jest większa od  $D_0''$ . Istnieje wiele sposobów dysocjacji. Dla procesu dysocjacji ze wzbudzonego stanu elektronowego bilans energetyczny dla molekuły jodu można zapisać jako  $I_2 + E_I^* + D_0'' = I^* + I$ , gdzie  $E_I^* = 0.9423$  eV - ener-



W celu wyznaczenia energii dysocjacji molekuły jodu niezbędnym etapem była kalibracja monochromatora. Dopasowałem krzywą dyspersji otrzymując  $\lambda(x) = 0.004110(39)x + 395.17(85)$ .

#### **Ekstrapolacja Birge-Sponer**



gia wzbudzonego atomu jodu [1]. *Ekstrapolacja Birge-Sponer* polega na graficznym wyznaczeniu energii dysocjacji danego stanu elektronowego, jest sumą wszystkich odstępów energetycznych  $\Delta E(v+1/2) = \hbar \omega_e - \hbar \omega_e x_e 2(v+1)$  począwszy od poziomu zerowego, aż do granicy dysocjacji. W celu wyznaczenie energii dysocjacji wybieram arbitralnie linię dla absorpcji do stanu v'=k, wyznaczając energię odpowiadającą temu przejściu  $E_k$ . Następnie korzystam z zależności  $D''_0 = E_k +$   $\Delta W - E_I^*$ , gdzie  $\Delta W$  jest polem pod wykresem zależności  $\Delta E(v+1/2)$ .

## Układ doświadczalny



podstawie pomiaru widma absorpcji w obszarze widzialnym. Pomiary wykonałem za pomocą monochromatora SPM-2, ustawiając układ zgodnie z rysunkiem [1]. W celu skalibrowania monochromatora zarejestrowałem widmo wzorcowej lampy spektralnej Hg-Cd.



(c) Widmo absorpcyjne dla komórki z jodem dla wszystkich temperatur.



(d) Widmo absorpcyjne dla komórki z

jodem, zakres dla progresji ze stanu

v"=1,2.



(e) Widmo absorpcyjne dla komórki z jodem w temperaturze 30°, wraz z zaznaczonym zakresem branych pod uwagę progresji.

-0.0002593 ± 3.255e-0



(f) Wykres Birge - Sponer dla komórki z jodem w temperaturze  $40^{\circ}C$ .



(g) Wykres Birge - Sponer dla komórki z jodem w temperaturze  $50^{\circ}C$ .



(h) Wykres Birge - Sponer dla komórki z jodem w temperaturze  $60^{\circ}C$ .

Tablica 1: Zestawienie wyników dla komory z jodem w temperaturze 30, 40, 50, 60[°C]. Temperatura [°C] Pole pod wykresem B-S,  $\Delta W$  [eV] Energia odniesienia  $E_k$  [eV] Energia dysocjacji  $D_0$  [eV] 0.187(24)2.281(10) 1.526(25) 1.557(37) 2.250(10) 40 0.249(36)1.523(27) 50 0.215(27)2.250(10)1.525(27) 60 0.206(26) 2.261(10)

Tablica 1: Zestawienie wyników dla komory z jodem w

trząc na prawą część rysunku (d), dla temperatury  $30^{\circ}C$  natężenie związane z przejściami elektronowooscylacyjnymi praktycznie zanika, natomiast dla temperatury  $60^{\circ}C$  natężenie to jest jeszcze dość wyraźnie widoczne. Zakres prawej części wykresu odpowiada przejściom z poziomu v'' = 2. Na niepew-

ność wyznaczenia energii dysocjacji  $D_0''$  składa się

ΔW

0.005

Rysunek 2: Układ do-<br/>świadczalny [1].kiem [1]. W<br/>librowania<br/>matora zaW doświadczeniu wy-<br/>znaczyłem energię dy-<br/>socjacji jonu jodu nakiem [1]. W<br/>librowania<br/>matora za

### temperaturze 30, 40, 50, 60°C.

Wykres (d) potwierdza, że zgodnie ze wzorem Boltzmana dla wyższych temperatur otrzymujemy zwiększoną populację poziomów oscylacyjnych v'' = 1,2 względem poziomu v'' = 0. Pa-

Podsumowanie

### niepewność systematyczna związaną z dokładnością odczytu wartości energii przejścia $E_k$ dla poszczególnych progresji, jak również niepewność statystyczna z dopasowania Birge- Sponer.

### Literatura

- [1] II Pracownia Fizyczna, *Instrukcja do ćwiczenia Z19 Doda*tek 1,2
- [2] J.M. Hollas, *Modern Spectroscopy*, John Wiley, Sons 2004, rozdz. 7.2.5.
- [3] Nist, Energia dysocjacji, http://webbook.nist.gov/ cgi/inchi?ID=C7553562&Mask=1000

Uzyskane wartości energii dysocjacji molekuły jodu  $D_0'' = 1.526(25)$  eV, 1.557(37) eV, 1.523(27) eV, 1.525(27) eV dla temperatur, odpowiednio  $30^{\circ}C$ ,  $40^{\circ}C$ ,  $50^{\circ}C$ ,  $60^{\circ}C$  są w granicach niepewności zgodne z wartością tablicową  $D_0''(th) = 1.5424 eV$ . Zgodnie z przewidywaniami teoretycznymi natężenia na wykresach widm absorpcyjnych (c) zwiększają się, by następnie maleć. Związane jest to z prawdopodobieństwami przejść pomiędzy różnymi poziomami oscylacyjnymi i zależy od wielkości czynnika Francka-Condona.