



UNIWERSYTET
JAGIELLOŃSKI
W KRAKOWIE

Wydział Fizyki,
Astronomii
i Informatyki
Stosowanej

II Pracownia
Fizyczna

XXIII Studencka Sesja Plakatowa

31.05-04.06.2021

plakat nr

4

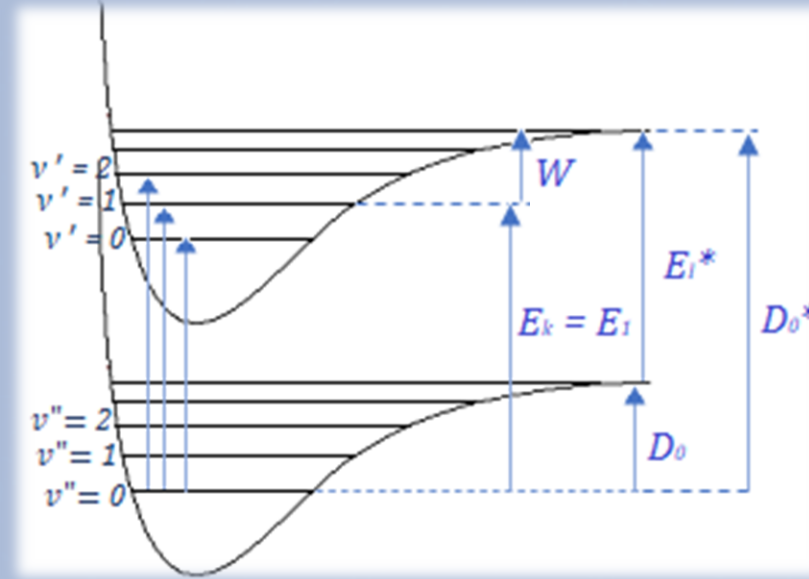
autor:
Eliza Kukowka

opiekun:
prof. dr hab
Jarosław Koperski

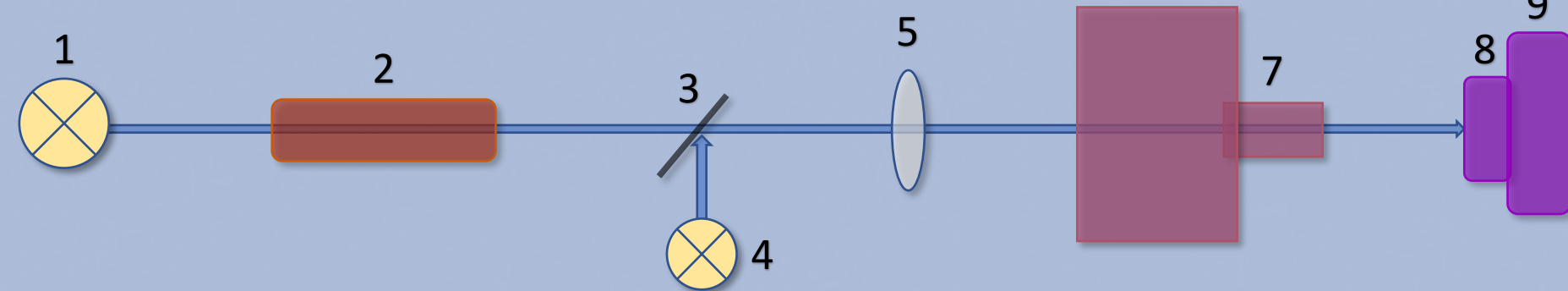
Wyznaczanie energii dysocjacji molekuly jodu

Ćwiczenie polegało na wyznaczeniu energii dysocjacji w elektronowym stanie podstawowym dwuatomowej cząsteczki jodu I_2 na podstawie pomiaru widma absorpcji w obszarze widzialnym. W tym celu wyznaczono krzywą dyspersji monochromatora za pomocą lampy spektralnej Hg-Cd, wykonano pomiar widm absorpcyjnych molekuly jodu dla różnych temperatur, a następnie metodą ekstrapolacji Birge-Sponer wyznaczono energię dysocjacji. Energia dysocjacji molekuly jodu wyznaczona w temperaturze $40^\circ C$ wyniosła $D_0 = (12277 \pm 99) \frac{1}{cm}$ ($D_0 = (1,522 \pm 0,013) eV$), natomiast dla temperatury $70^\circ C$ energia dysocjacji wyniosła $D_0 = (12283 \pm 98) \frac{1}{cm}$ ($D_0 = (1,523 \pm 0,013) eV$).

Całkowita energia molekuly jest opisana jako suma energii związanej z jej stanami elektronowymi, oscylacyjnymi oraz rotacyjnymi. Stan elektronowy o najniższej energii nazywamy stanem podstawowym, natomiast stany elektronowe o wyższej energii są stanami wzbudzonymi. Energia dysocjacji jest zdefiniowana jako minimalna energia potrzebna do rozseparowania składników molekuly znajdującej się w stanie podstawowym [1].

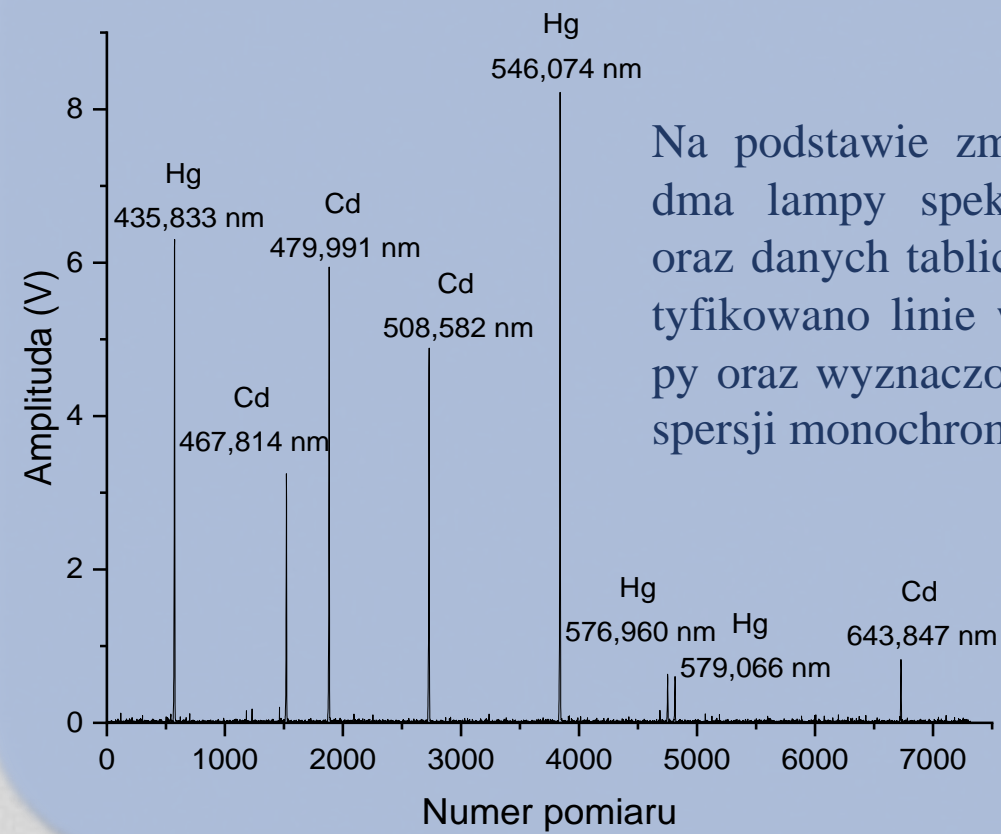


Układ doświadczalny

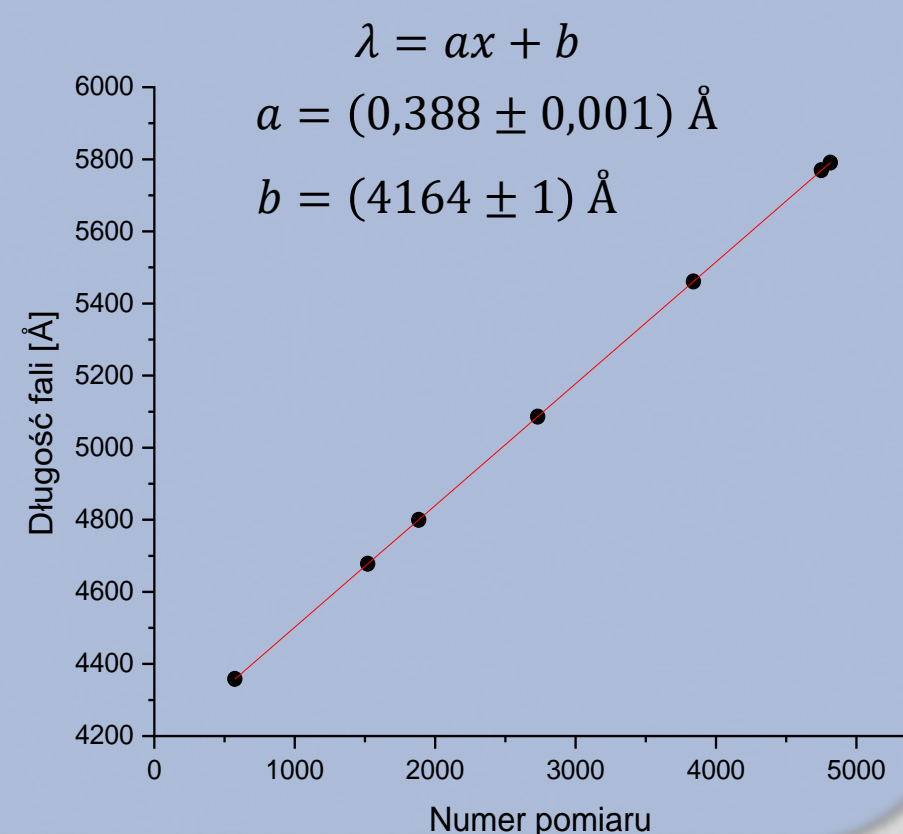


1. Żarówka halogenowa 2. Komórka absorpcyjna z jodem 3. Płytkę światłodzielną 4. Lampa spektralna Hg-Cd 5. Soczewka skupiająca 6. Monochromator 7. Fotopowielacz 8. Przetwornik analogowocyfrowy 9. Komputer

Kalibracja monochromatora



Na podstawie zmierzonego widma lampy spektralnej Hg-Cd oraz danych tablicowych zidentyfikowano linie widmowe lampy oraz wyznaczono krzywą dyspersji monochromatora.



Ekstrapolacja Birge-Sponer

W ćwiczeniu skorzystano z metody ekstrapolacji Birge-Sponer, która polega na graficznym wyznaczeniu energii dysocjacji. Zależność pomiędzy energią dysocjacji molekuly jodu D_0 , a energią dysocjacji ze stanu wzbudzonego D_0^* jest wyrażona wzorem:

$$D_0^* = D_0 + E_k^* \quad (1)$$

gdzie $E_k^* = 7603,15 \frac{1}{cm}$ jest energią pierwszego wzbudzonego atomu jodu [2].

Wybierając linie absorpcyjną odpowiadającą przejściu z poziomu oscylacyjnego stanu podstawowego $v'' = 0$ na nisko leżący stan oscylacyjny stanu wzbudzonego $v' = k$ (z odpowiadającą mu energią E_k) energię D_0^* możemy zapisać jako:

$$D_0^* = E_k + W, \quad (2)$$

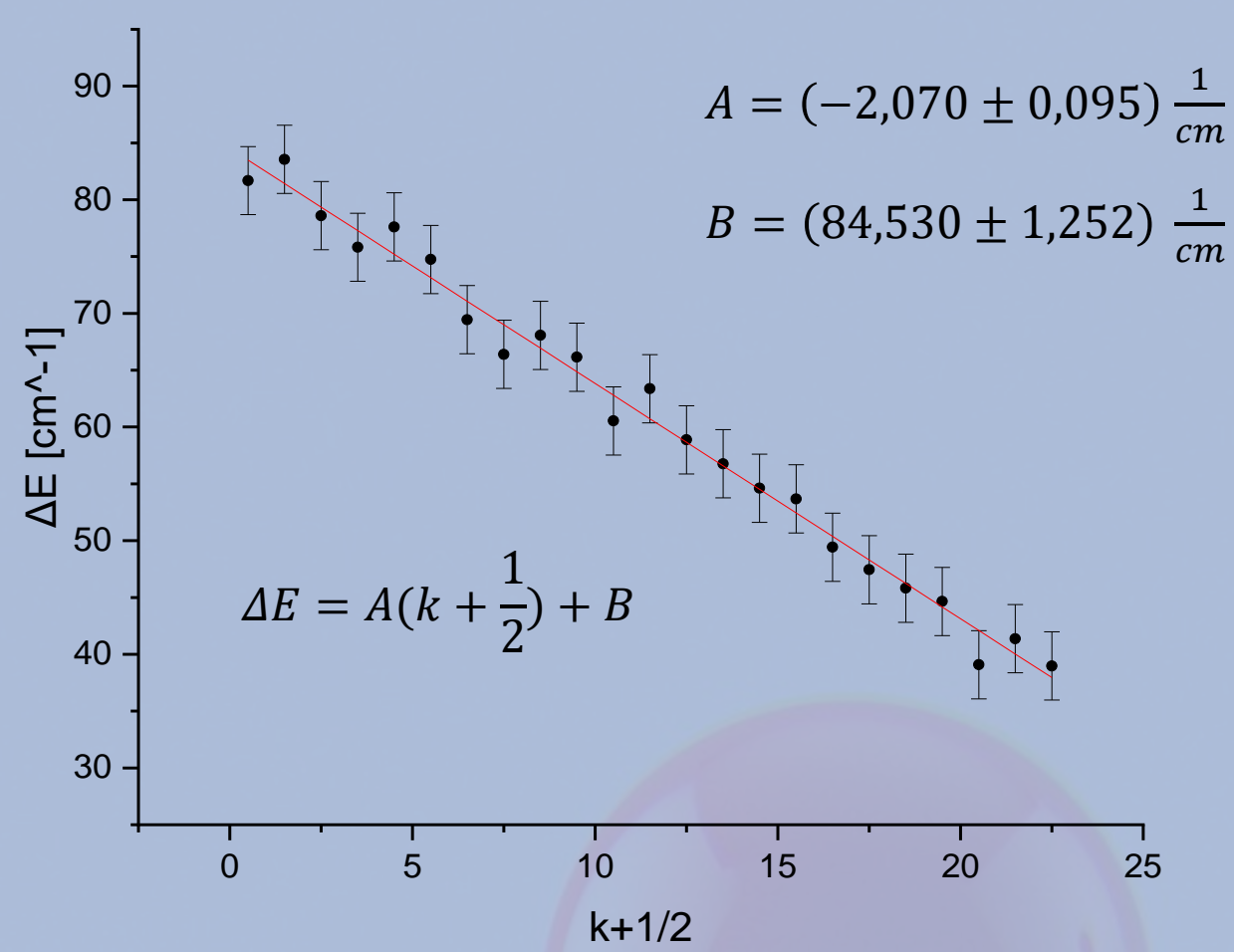
gdzie W jest sumą wszystkich różnic energii pomiędzy sąsiednimi poziomami oscylacyjnymi leżącymi powyżej stanu $v' = k$.

Energia W można obliczyć jako pole pod wykresem zależności obliczonych odstępów energetycznych ΔE od liczby $v' = k + \frac{1}{2}$. Korzystając z równań (1) i (2) energię dysocjacji molekuly jodu można obliczyć ze wzoru

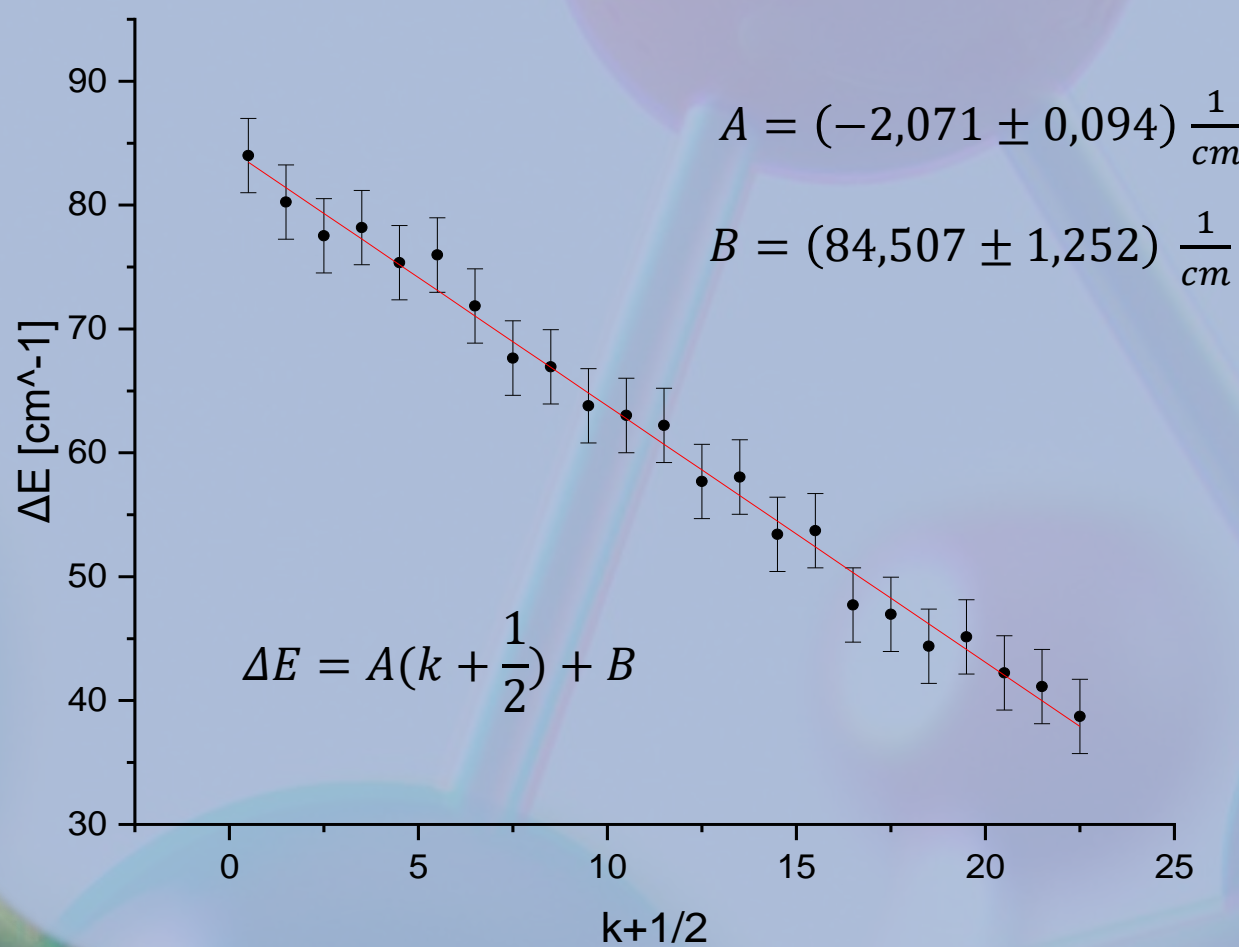
$$D_0 = E_k + W - E_k^* \quad (3)$$

Ekstrapolacja Birge-Sponer

Wykres Birge-Sponer dla temperatury $40^\circ C$

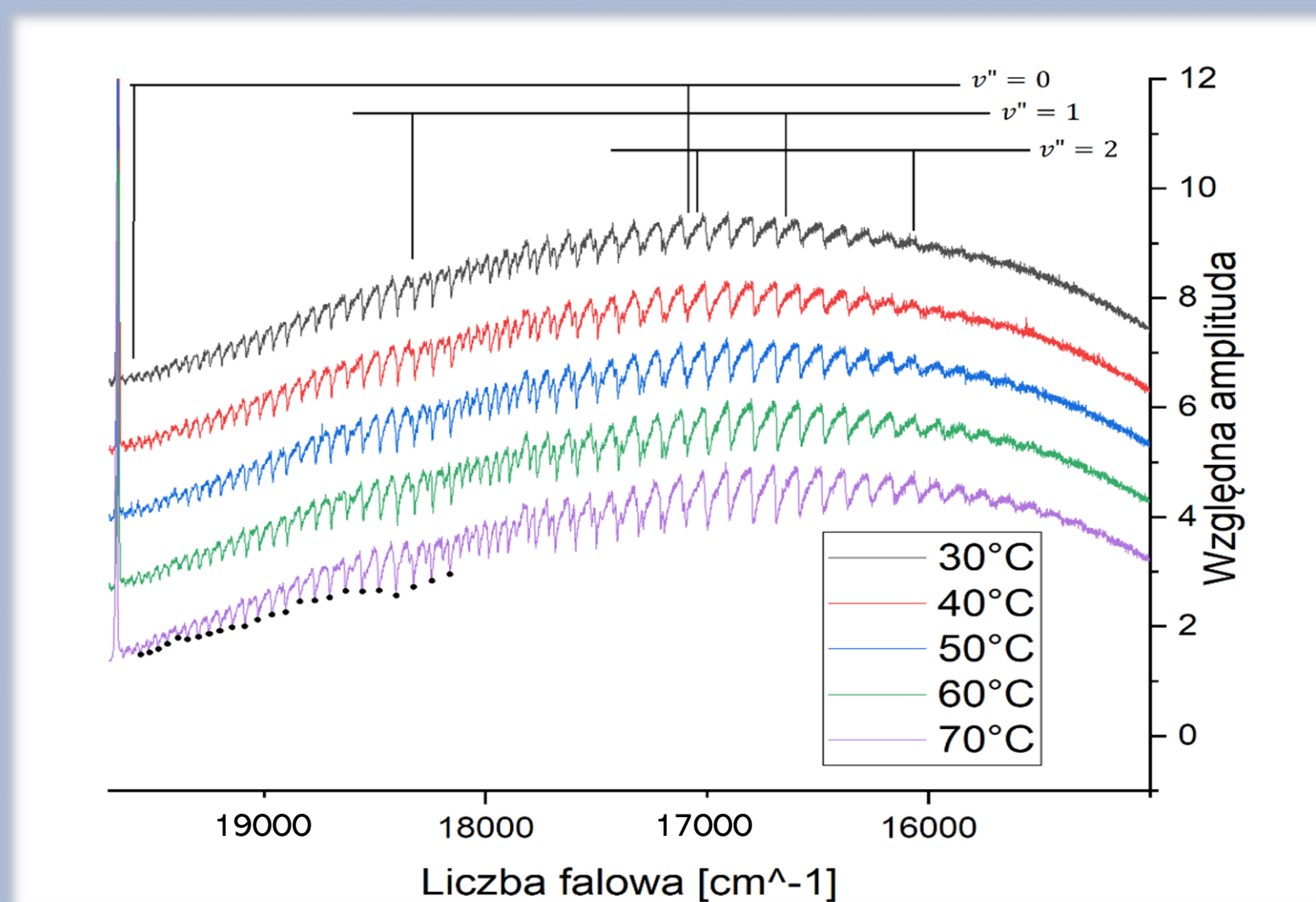


Wykres Birge-Sponer dla temperatury $70^\circ C$



Widma absorpcyjne molekuly jodu

Otrzymane widma absorpcyjne molekuly jodu I_2 dla różnych temperatur zostały przedstawione na poniższym rysunku. Na rysunku zaznaczono również obszary odpowiadające absorpcji z $v'' = 0$, $v'' = 1$ oraz $v'' = 2$. Dla temperatury $70^\circ C$ zaznaczono wszystkie minima absorpcyjne wzięte do skonstruowania wykresu Birge-Sponer (czarne punkty).



Wyniki

Pole pod wykresem Birge-Sponer W oraz energia E_k

40°C	$W = (1726 \pm 95) \frac{1}{cm}$
	$E_k = (18154 \pm 2) \frac{1}{cm}$
70°C	$W = (1725 \pm 94) \frac{1}{cm}$
	$E_k = (18162 \pm 2) \frac{1}{cm}$

Energia dysocjacji stanu wzbudzonego ze stanu podstawowego D_0^*

40°C	$D_0^* = (19880 \pm 99) \frac{1}{cm}$
70°C	$D_0^* = (19886 \pm 98) \frac{1}{cm}$

Energia dysocjacji stanu podstawowego molekuly jodu D_0

40°C	$D_0 = (12277 \pm 99) \frac{1}{cm}$ (4)
70°C	$D_0 = (12283 \pm 98) \frac{1}{cm}$ (5)

Podsumowanie i wnioski

Porównując otrzymane wyniki energii dysocjacji molekuly jodu z wynikami uzyskanymi w pracy [3], w której $D_0 = (12137 \pm 2) \frac{1}{cm}$, widać, że energie dysocjacji uzyskane dla temperatury $40^\circ C$: $D_0 = (12277 \pm 99) \frac{1}{cm}$ oraz dla temperatury $70^\circ C$: $D_0 = (12283 \pm 98) \frac{1}{cm}$, nawet po uwzględnieniu niepewności pomiarowych, nie są zgodne z wynikiem uzyskanym w pracy [3]. Wyniki (4) oraz (5) są zawyżone o około 1%, co najprawdopodobniej jest spowodowane tym, że aproksymacja Birge-Sponer daje na ogół większe od rzeczywistych wartości energii dysocjacji. Porównując widma absorpcyjne uzyskane dla różnych temperatur można zauważyć różnice w ich kształcie – wraz ze wzrostem temperatury minima absorpcyjne dla $v'' = 1$ oraz $v'' = 2$ stają się większe i wyraźniejsze. Jest to spowodowane tym, że wraz ze wzrostem temperatury zwiększa się obsadzenie stanów oscylacyjnych $v'' = 1$ oraz $v'' = 2$ stanu podstawowego, co skutkuje wzrostem absorpcji z tych właśnie stanów.

[1] Dodatek 1 - teoria do ćwiczenia Z19.
[2] Dodatek 2 - opracowanie do ćwiczenia Z19.
[3] I. J. McNaught, The Electronic Spectrum of Iodine Revisited, Journal Of Chemical Education 1980.