

XX STUDENCKA SESJA PLAKATOWA

INSTYTUT FIZYKI
WYDZIAŁ FIZYKI, ASTRONOMII
I INFORMATYKI STOSOWANEJ UJ



AUTOR:
KREHLIK TOMASZ

OPIEKUN:
PROF. DR HAB. JAROSŁAW KOPERSKI

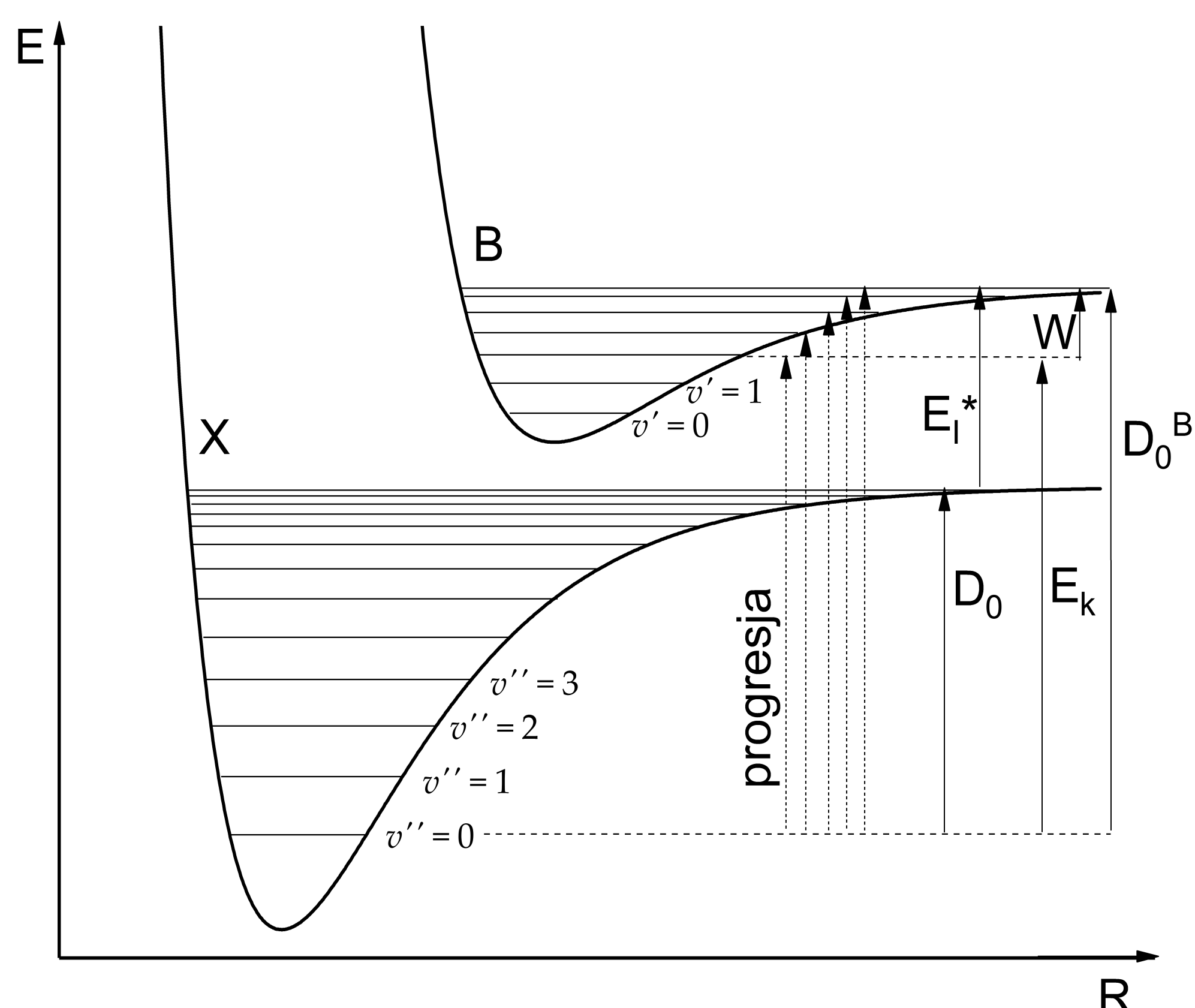
23

METODA

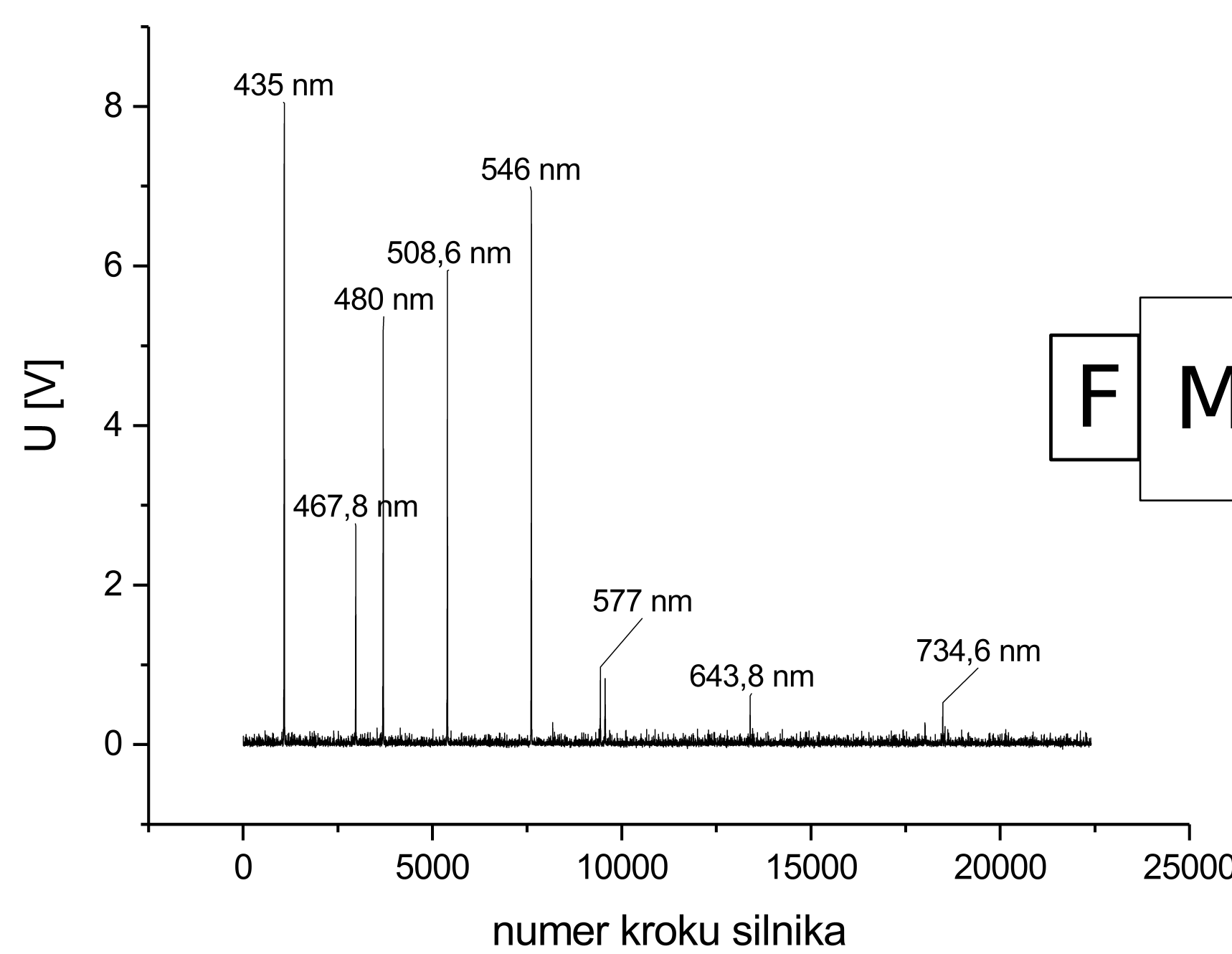
W doświadczeniu wykorzystano metodę spektroskopii absorpcyjnej. Żarówka halogenowa (LH) emitowała światło, które po przejściu przez komórkę z parami jodu (J) padało na monochromator (M). Jego działanie polegało na ugięciu światła na siatce dyfrakcyjnej, dzięki któremu tylko jego część z wąskiego zakresu widmowego padała na fotopowielacz (F). Siatka dyfrakcyjna była obracana za pomocą sterowanego komputerowo silnika krokowego. Sygnał z fotopowielacza rejestrowany był za pomocą programu w pamięci komputera. Aby umożliwić pomiar widma absorpcyjnego jodu w różnych temperaturach, zawierająca go komórka umieszczona była w piecyku (P), którego temperaturę można było zmieniać w zakresie 20°C - 70°C. Do kalibracji monochromatora użyto rtęciowo-kadmowej lampy spektralnej (LS). Jednocześnie rejestrację światła z obu źródeł umożliwiała płytką światłodzielącą (BS).

Padające na molekuly jodu promieniowanie pozwalało im zwiększać swoją energię kosztem energii pochłanianych fotonów. Objawiało się to spadkiem w transmisji dla rezonansowych długości fali, czyli tych odpowiadających energiom fotonów zgodnym z odległościami poziomów energetycznych molekuly. Analiza uzyskanego widma pozwalała ocenić, z którego poziomu zachodziły przejścia (wykorzystano te z X, $v'' = 0$). Wyznaczwszy energie przejść do szeregu kolejnych poziomów oscylacyjnych stanu B, możemy wykreślić ich odległości, otrzymując wykres taki jak na rysunku 6 (zgodnie z założeniami metody Birge-Sponer jest on liniowy). Ekstrapolując otrzymaną prostą, znajdujemy granicę dysocjacji - pamiętamy, że w przyjętym modelu utożsamiamy ją z ostatnim poziomem, którego odległość energetyczna od poprzedniego jest dodatnia. Opisaną powyżej procedurę nazywa się ekstrapolacją Birge-Sponer. W wyniku otrzymujemy skończony szereg poziomów o znanych odstępach energetycznych, możemy więc zsumować te odstępki i dostać odległość W ostatniego z nich (granicy dysocjacji) od pierwszego wykorzystanego do obliczeń. Znając dodat-

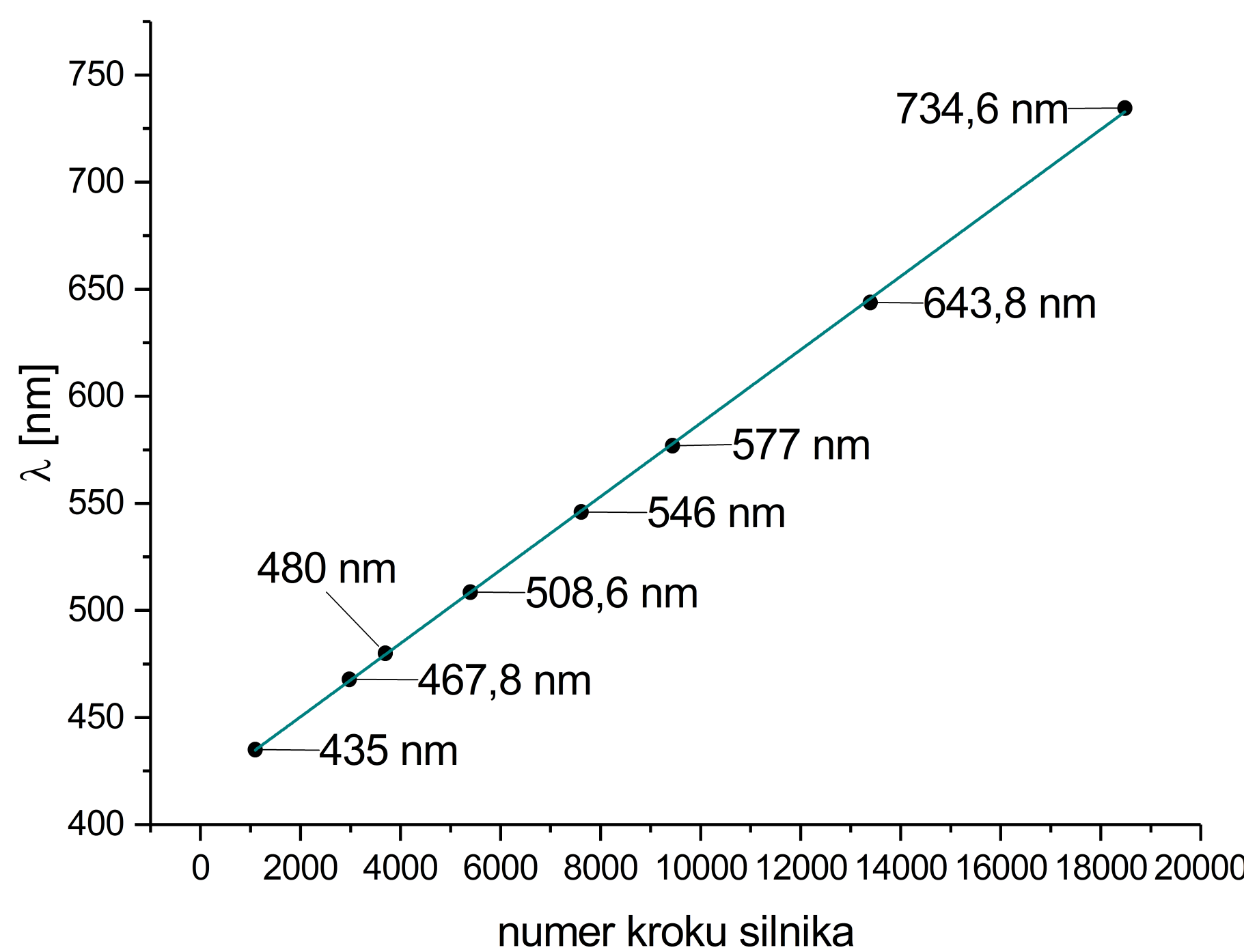
Wyznaczenie energii dysocjacji molekuly jodu



Rysunek 1. Struktura energetyczna molekuly dwuatomowej.



Rysunek 3. Widmo lampy spektralnej Hg-Cd.



Rysunek 4. Krzywa kalibracyjna monochromatora.

kowo odległość E_k tego pierwszego poziomu od poziomu początkowego przejść, wyliczamy odległość między poziomem początkowym (u nas X, $v'' = 0$) a granicą dysocjacji stanu B, czyli D_0^B . Stąd, posługując się tablicową wartością energii wzbudzonego atomu jodu E_1^* , wyliczamy szukaną energię dysocjacji D_0 .

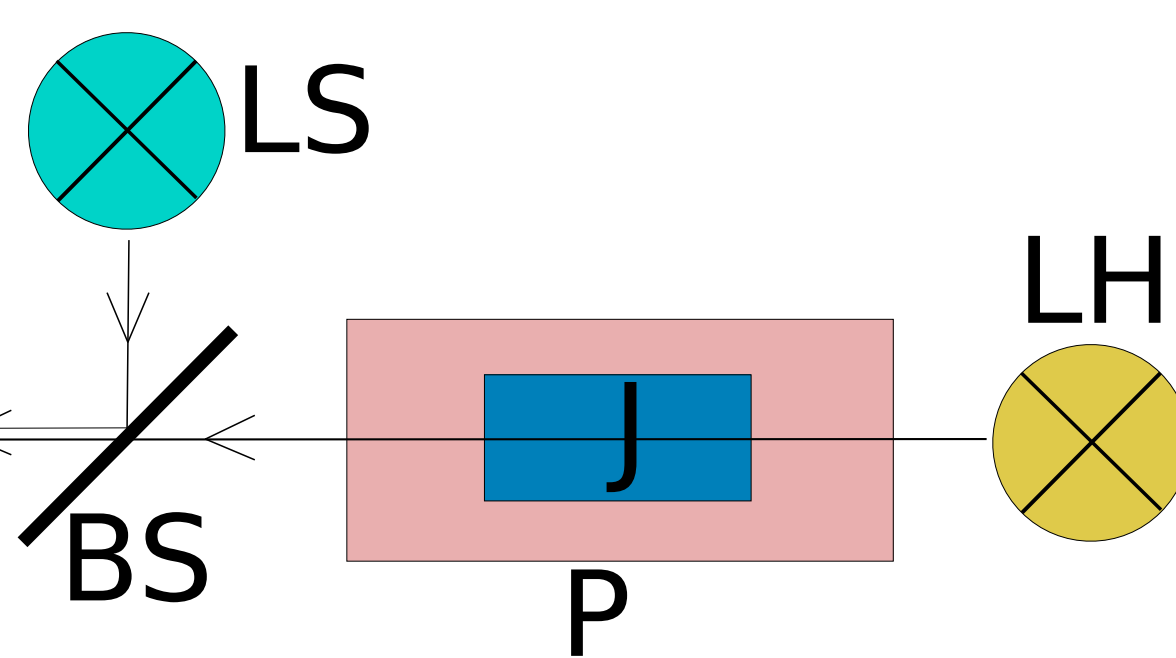
WYNIKI

Na podstawie przedstawionego wyżej widma lampy Hg-Cd (uzyskanego przy zasłoniętej wiązce przechodzącej przez pary jodu) dokonano kalibracji monochromatora, czyli przypisano poszczególnym ustawieniom siatki dyfrakcyjnej (a więc poszczególnym krokom obracającego nią silnika) długość fali przepuszczanego światła (w dalszych rachunkach przeliczaną na energię fotonów). Na rysunku 4 widać otrzymaną krzywą dyspersji. Jedno z zarejestrowanych widm przedstawione jest na rysunku 5. Widoczne serie minimów absorpcyjnych oznaczają przejścia z konkretnego poziomu dolnego (oznaczonego indeksem v'') do szeregu kolejnych poziomów górnych - są to tzw. progresje. Analiza kształtu najwyższej energetycznej widocznej progresji dla różnych temperatur komórek z jodem pozwoliła stwierdzić, że jest to progresja ze stanu $v'' = 0$. Nie rozumie się to samo przez się, bo widmo stosowanej żarówki jest skończone - mogłoby się zdarzyć, że progresja z $v'' = 0$ leżałaby poza jego obszarem.

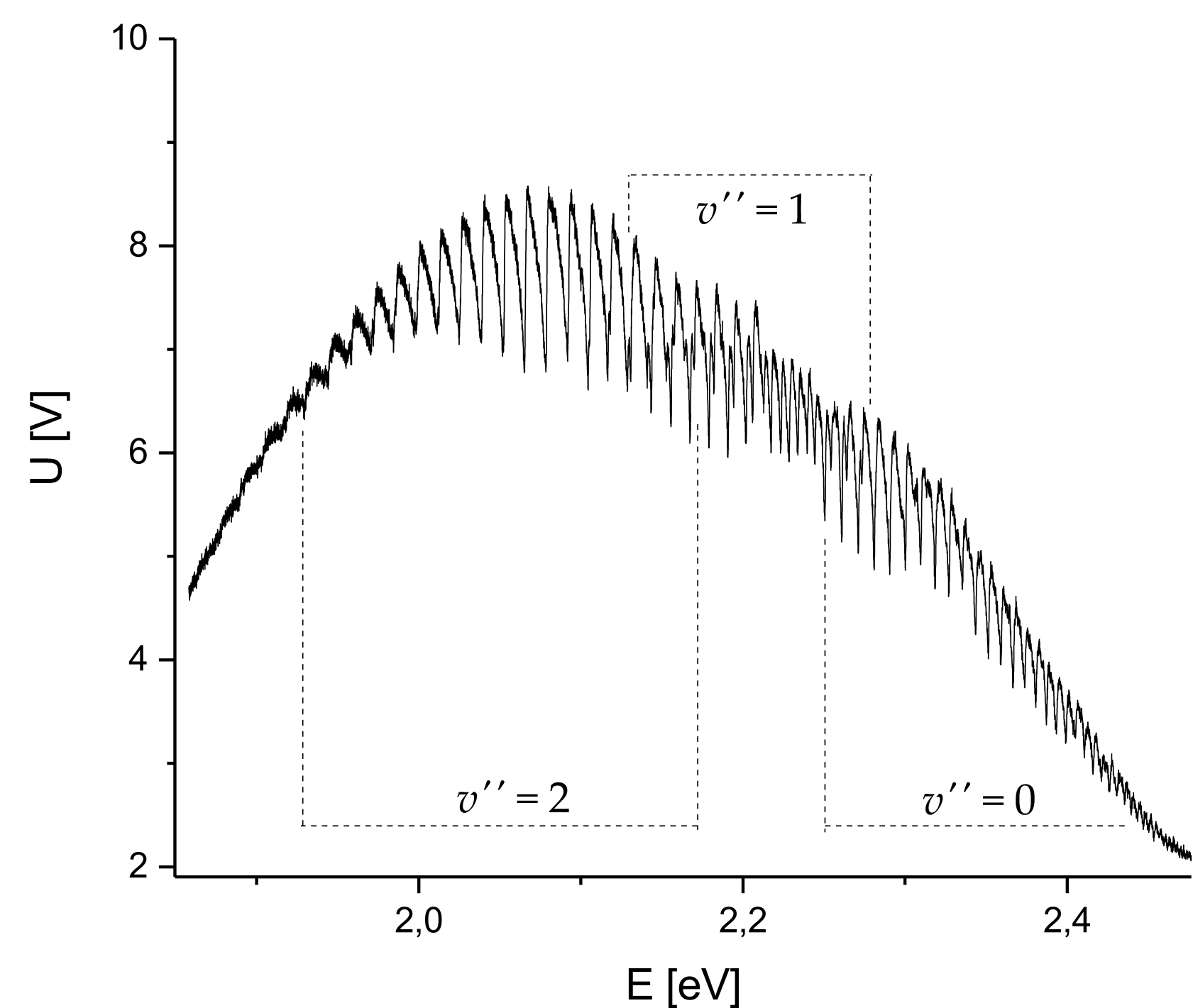
WPROWADZENIE

Jod, jak większość gazów, występuje w zwykłych warunkach jako molekula dwuatomowa. Strukturę energetyczną takiej molekuly, przedstawioną symbolicznie obok, można rozpatrywać jako złożenie poziomów elektronowych (oznaczonych przez X i B), oscylacyjnych (kolejne wartości v'' , v') i rotacyjnych (które, jako znacznie gęstsze, traktujemy jako poszerzenie poziomów oscylacyjnych). Energia dysocjacji molekuly, D_0 , to energia jaką należy dostarczyć molekule w stanie podstawowym (X, $v'' = 0$) aby zdysocjować (rozdzielić) ją na dwa nieskończenie odległe atomy. W doświadczeniu wyznaczono D_0^B , czyli energię wystarczającą do uzyskania dwóch atomów, z których jeden jest w stanie podstawowym, a drugi w pierwszym wzbudzonym. Odejmując od wyniku energię wzbudzonego atomu jodu E_1^* otrzymano poszukiwaną energię dysocjacji.

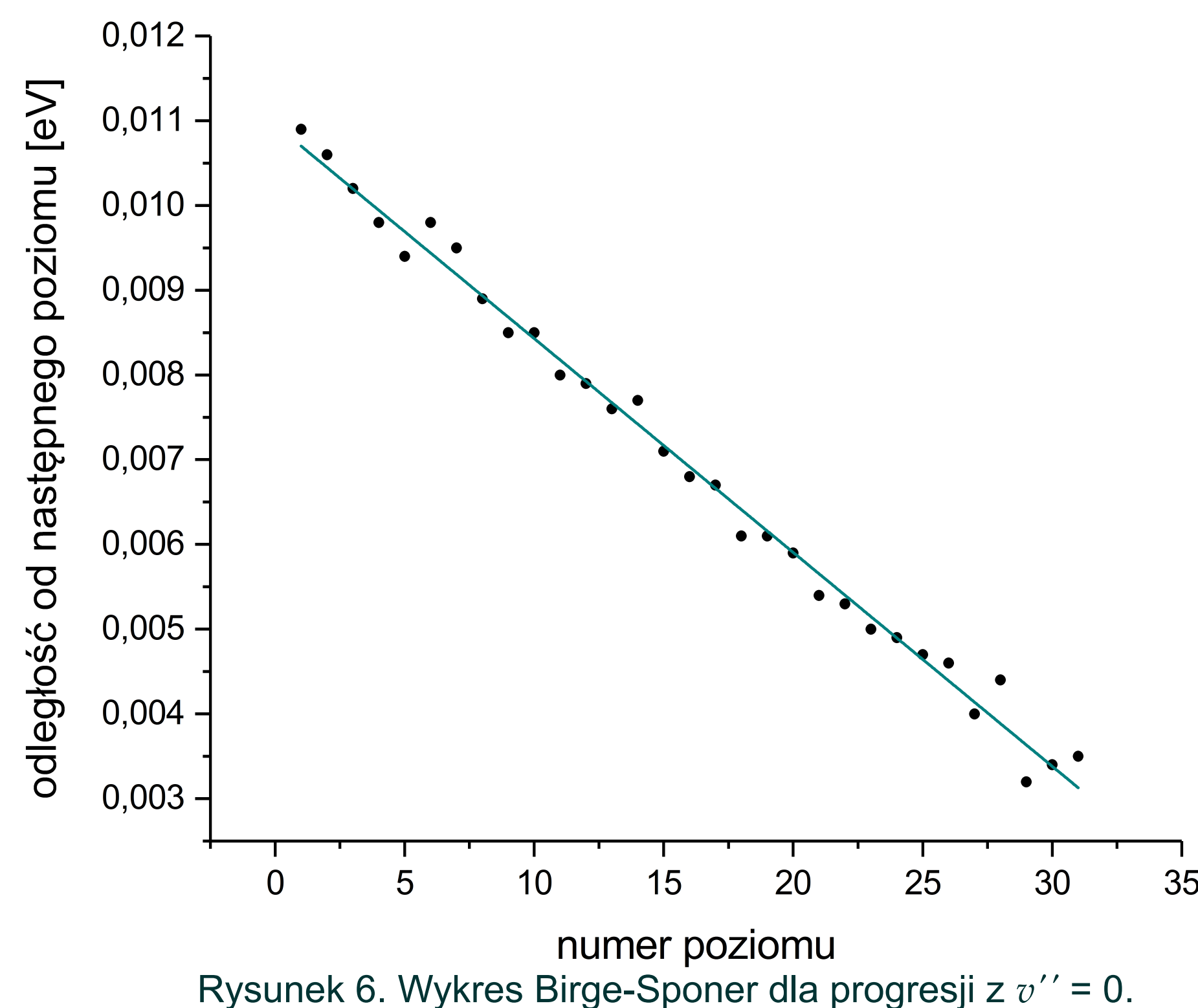
Wykorzystywano przybliżenie Birge-Sponer [1], zakładające liniowo malejące odległości energetyczne między kolejnymi poziomami oscylacyjnymi (w zależności od numeru poziomu). Skoro odległości liniowo maleją, musi istnieć poziom, którego odległość od poprzedniego przyjmie wartość ujemną (czyli znajdzie się on poniżej poprzedniego na osi energii). Ostatni poziom z dodatnią odległością od poprzedniego przyjmujemy za granicę dysocjacji, widoczną na rysunku obok jako zagęszczenie poziomów dla wysokich v'' w stanie X i v' w B.



Rysunek 2. Układ doświadczalny.



Rysunek 5. Widmo absorpcyjne jodu w temperaturze 70 °C.



Rysunek 6. Wykres Birge-Sponer dla progresji z $v'' = 0$.

W obrębie danej progresji odległości między kolejnymi przejściami są równe odległościom kolejnych poziomów końcowych. Jak pamiętamy, powinny one liniowo maleć. Rysunek 6, tzw. wykres Birge-Sponer, pokazuje, że jest tak w istocie, czyli stosowane przybliżenie jest słuszne. Zebrano widma dla sześciu różnych temperatur jodu, a następnie z każdego z nich wybrano progresję ze stanu dolnego $v'' = 0$ i wykonano opisaną w części METODA procedurę ekstrapolacyjną Birge-Sponer. Otrzymane wyniki przedstawia poniższa tabela. Poszczególne pomiary dały wyniki zgodne w granicach błędów i doprowadziły ostatecznie do wartości poszukiwanej energii dysocjacji równej 1,534(18) eV, co jest wartością zgodną z danymi tablicowymi (1,543 eV w/g [2]).

T [°C]	D_0 [eV]	T [°C]	D_0 [eV]	T [°C]	D_0 [eV]
23	1,5350(60)	40	1,5344(81)	60	1,5333(76)
30	1,5340(83)	50	1,5346(72)	70	1,5343(63)

Bibliografia:

[1] Część teoretyczna instrukcji do ćwiczenia, <http://www.2pf.if.uj.edu.pl/documents/74544890/760dac7a-f5e0-40c3-a2b1-5ef7036afadd>

[2] Paulina Kotarba, <http://www.2pf.if.uj.edu.pl/documents/74544890/07b29c25-9e13-4ec0-9022-5ea3d4ee9d39>