



DLF

DYDAKTYCZNE
LABORATORIUM
FIZYCZNE

Ćwiczenie 17

Pomiar względnych natężeń linii
widmowych o strukturze dubletowej
i trypletowej



I Proponowane zagadnienia do opracowania

1. Stany energetyczne atomów.
2. Liczby kwantowe stanów stacjonarnych elektronów w atomach.
3. Sprzężenie L-S.
4. Struktura elektronowa pierwiastków I i II grupy układu okresowego.
5. Absorpcja i emisja promieniowania.
6. Prawdopodobieństwo przejść elektronowych.
7. Reguły wyboru przejść elektronowych.
8. Struktura dubletowa i trypletowa poziomów energetycznych.
9. Względne natężenia linii widmowych o strukturze dubletowej i trypletowej.
10. Linie widmowe:
 - (a) kształt i szerokość linii widmowych;
 - (b) jakościowa i ilościowa analiza spektrum.
11. Budowa i zasada działania przyrządów spektralnych:
 - (a) układ optyczny spektrometru;
 - (b) siatka jako element dyspersyjny;
 - (c) różnica pomiędzy spektrometrem a monochromatorem;
 - (d) budowa światłowodu, różnica pomiędzy światłowodem jednomodowym a wielomodowym.
12. Parametry spektrometru:
 - (a) obszar widmowy;
 - (b) dyspersja liniowa;
 - (c) świetlność spektrometru;
 - (d) aparaturowa szerokość linii widmowej.
13. Kryteria rozróżnialności linii spektralnych.

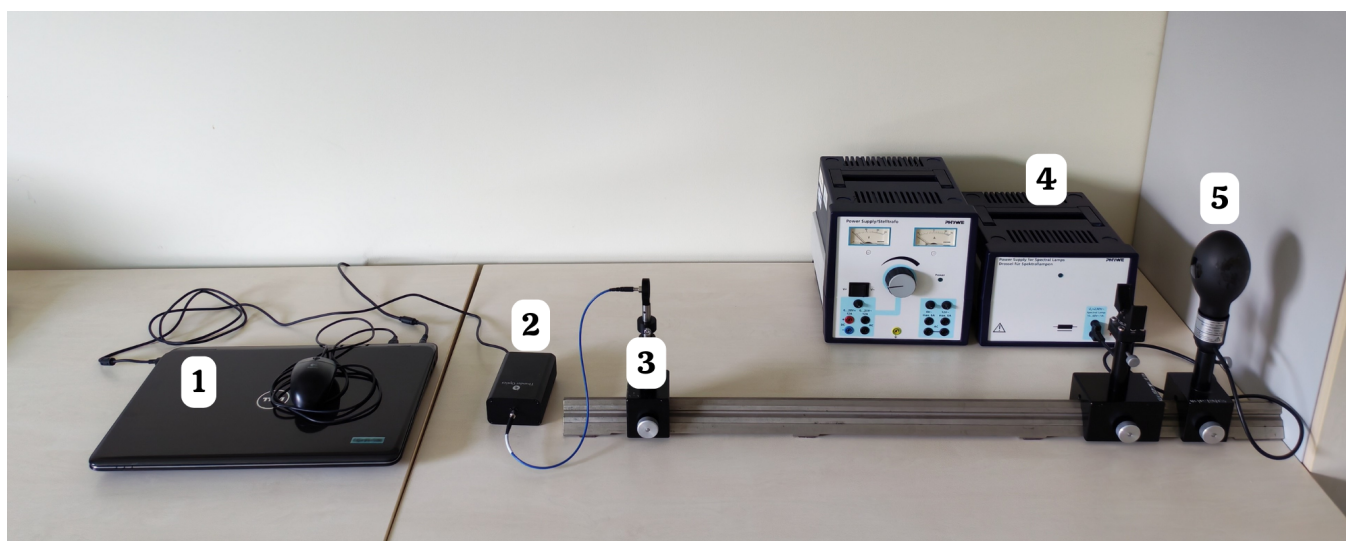


Uwaga!

W trakcie pracy lampy spektralne nagrzewają się do wysokich temperatur.
Dotykanie włączonych lamp grozi poparzeniem!

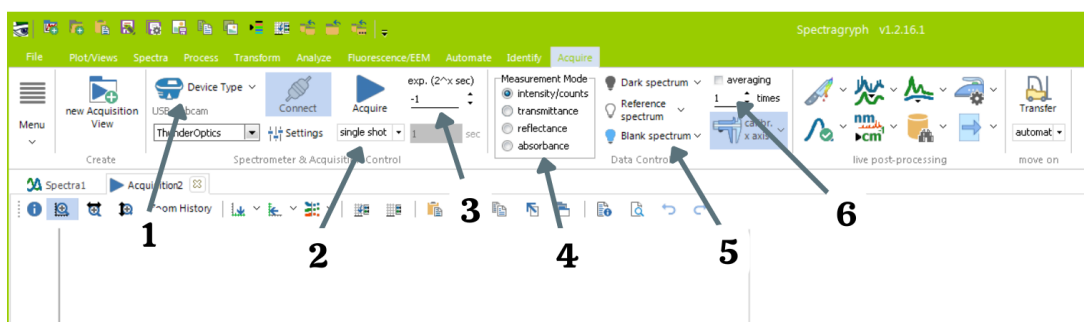
II Zadania doświadczalne

1. Zapoznać się z układem pomiarowym przedstawionym na rys. 1.



Rys. 1: Stanowisko do pomiaru względnych natężeń linii widmowych: 1 - komputer z oprogramowaniem *SpectraGryph*; 2 - spektrometr; 3 - wejście światłowodu wielomodowego w uchwycie; 4 - zasilacz lampy spektralnej; 5 - lampa spektralna rtęciowa (Hg).

2. Ustalić z prowadzącym, które lampy spektralne mają zostać zbadane.
3. Włączyć zasilanie zestawu komputerowego ze spektrometrem (zasilany z komputera przez USB) oraz zasilacza lampy spektralnej (włącznikiem na tylnej ścianie obudowy).
4. Uruchomić program *SpectraGryph*, umożliwiającą komunikację ze spektrometrem.
5. Połączyć komputer ze spektrometrem. W tym celu:
 - (a) Wybrać zakładkę *Acquire*.
 - (b) W panelu *Spectrometer & Acquisition Control* wybrać **Device Type** → **USB webcam**. Sprawdzić, czy program przypisał prawidłowe urządzenie („ThunderOptics” pod symbolem Device Type) - 1 na rys. 2.
 - (c) Nacisnąć przycisk **Connect**. Otworzy się okno „webcam spectrum image” dające podgląd na obraz zarejestrowany przez kamerę. Okno można zminimalizować (znajdzie się ono w lewym dolnym rogu okna programu).



Rys. 2: Okno programu *SpectraGryph*: 1 - wybór urządzenia; 2 - wybór trybu pomiaru; 3 - ustawienie czasu ekspozycji; 4 - wybór typu pomiaru; 5 - ustawienie widma tła i widma referencyjnego; 6 - ustawienia uśredniania.

6. Zmierzyć widmo tła. W tym celu zasłonić wejście światłowodu i wykonać pomiar w trybie *single shot* (2 na rys. 2) naciskając przycisk **Acquire**. Następnie rozwinąć opcje *Dark spectrum* i wybrać **set as dark spectrum** (5 na rys. 2). Ponownie nacisnąć *Dark spectrum*. Kiedy opcja *Dark spectrum* jest podświetlona na niebiesko widmo tła jest automatycznie odejmowane w kolejnych pomiarach.
7. Wybrać tryb pomiarowy *continuous* (2 na rys. 2) i nacisnąć przycisk **Acquire**. Zmieniając odległość lampy od wejścia światłowodu dobrać odpowiedni poziom sygnału. Odległość może różnić się pomiędzy kolejnymi lampami.
8. Spektrometr światłowodowy nie ma elementów ruchomych. Parametry, które można zmieniać to czas ekspozycji (3 na rys. 2) oraz liczba uśrednień (6 na rys. 2).

Wskazówka

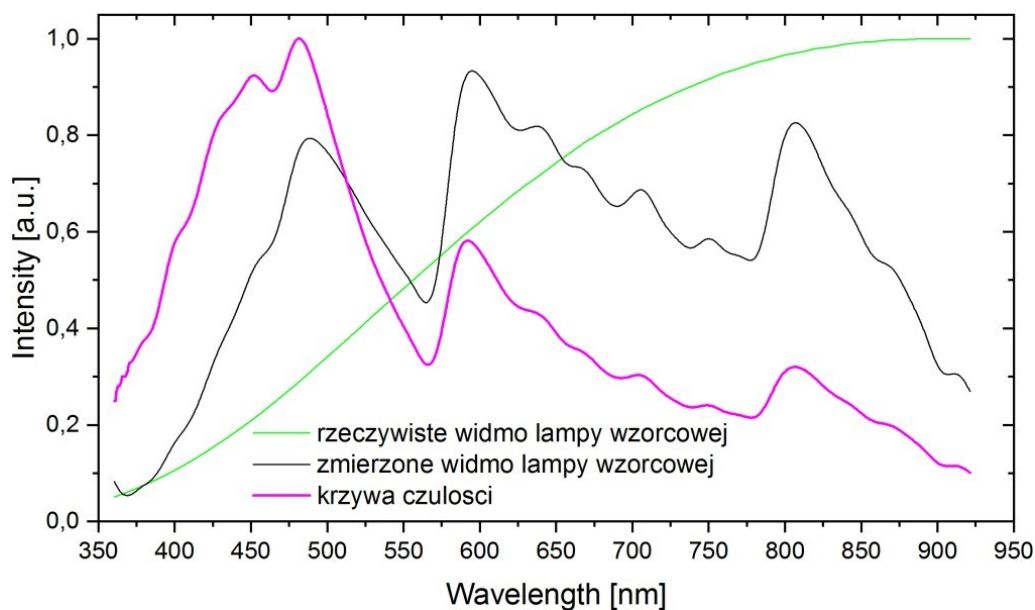
Po zmianie czasu ekspozycji należy ponownie zmierzyć promieniowanie tła.

9. Zarejestrowane widmo należy zapisać w postaci kodu ASCII wybierając kolejno opcje w menu: **File** → **Save/Export Data** → **Save Data as...** i zapisując plik w formacie **Spekwin32 ASCII** (rozszerzenie *.dat).
10. Wyłączyć zasilacz lampy spektralnej i odłączyć lampę od zasilacza. **NIE DOTYKAĆ LAMPY BEZPOŚREDNIO - GORĄCA!!!**
11. Wymienić lampę wraz z całym uchwytem. Lampę, której widmo już zmierzono pozostawić do ostygnięcia.
12. Powtórzyć procedurę pomiarową dla kolejnej lampy spektralnej.
13. Zidentyfikować przejścia elektronowe, określić reguły wyboru pozwalające na ich zajęcie, zaznaczyć je na diagramie poziomów energetycznych danych pierwiastków.

14. Przedyskutować stosunki natężeń linii o strukturze multipletowej korzystając z reguły Dorgelo–Bürgera.

Przy ustalaniu stosunków natężeń obserwowanych linii widmowych należy uwzględnić krzywą aparaturową spektrometru przedstawioną na rys. 3.

15. Przedyskutować wielkość rozszczepienia trypletowego w badanych pierwiastkach.



Rys. 3: Krzywa czułości spektrometru SMA-E ThunderOptics ze szczeliną $50\ \mu m$ i matówką umieszczonymi przed światłowodem wielomodowym.

III Zestaw przyrządów

1. Spektrometr ThunderOptics, model SMA-E.
2. Światłowody wielomodowe.
3. Filtry optyczne.
4. Zestaw komputerowy.
5. Lampy spektralne: helowa (He), kadmowa (Cd), rtęciowa (Hg), talowa (Tl).

IV Literatura

1. W. Demtröder – „Spektroskopia laserowa”, PWN, Warszawa 1993.
2. R. I. Sołouchin – „Optyka i fizyka atomowa”, PWN, Warszawa 1982.
3. G. K. Woodgate – „Struktura atomu”, PWN, Warszawa 1974.
4. Z. Leś – „Wstęp do spektroskopii atomowej”, PWN, Łódź 1970.
5. D. Kunisz – „Fizyczne podstawy emisyjnej analizy widmowej”, PWN, Warszawa 1973.
6. H. A. Enge, M. R. Wehr, J. A. Richards – „Wstęp do fizyki atomowej”, PWN, Warszawa 1983.
7. A. Kopystyńska – „Wykłady z fizyki atomu”, PWN, Warszawa 1989.
8. J. H. Moore, C. Davies, M. A. Coplan – “Building Scientific Apparatus”, Westview Press, 2002.
9. B. Weltz – “Atomic Absorption Spectroscopy”, Verlag Chemie, New York, 1976.
10. W. Demtröder – “Laser Spectroscopy. Basic Concepts and Instrumentation”, Springer, 1988.
11. A. P. Arya – “Fundamentals of Atomic Physics”, Allyn & Bacon, Inc., Boston 1971.
12. H. A. Enge, M. R. Wehr, J. A. Richards – “Introduction to Atomic Physics”, Wesley, 1981.
13. A. A. Radzig, B. M. Smirnov – “Reference Data on Atoms, Molecules, and Ions”. Springer, 1985.
14. F. Mayinger, O. Feldmann – “Optical Measurements”, Springer, 2001.

V Dodatek - Schematy poziomów energetycznych wybranych lamp spektralnych

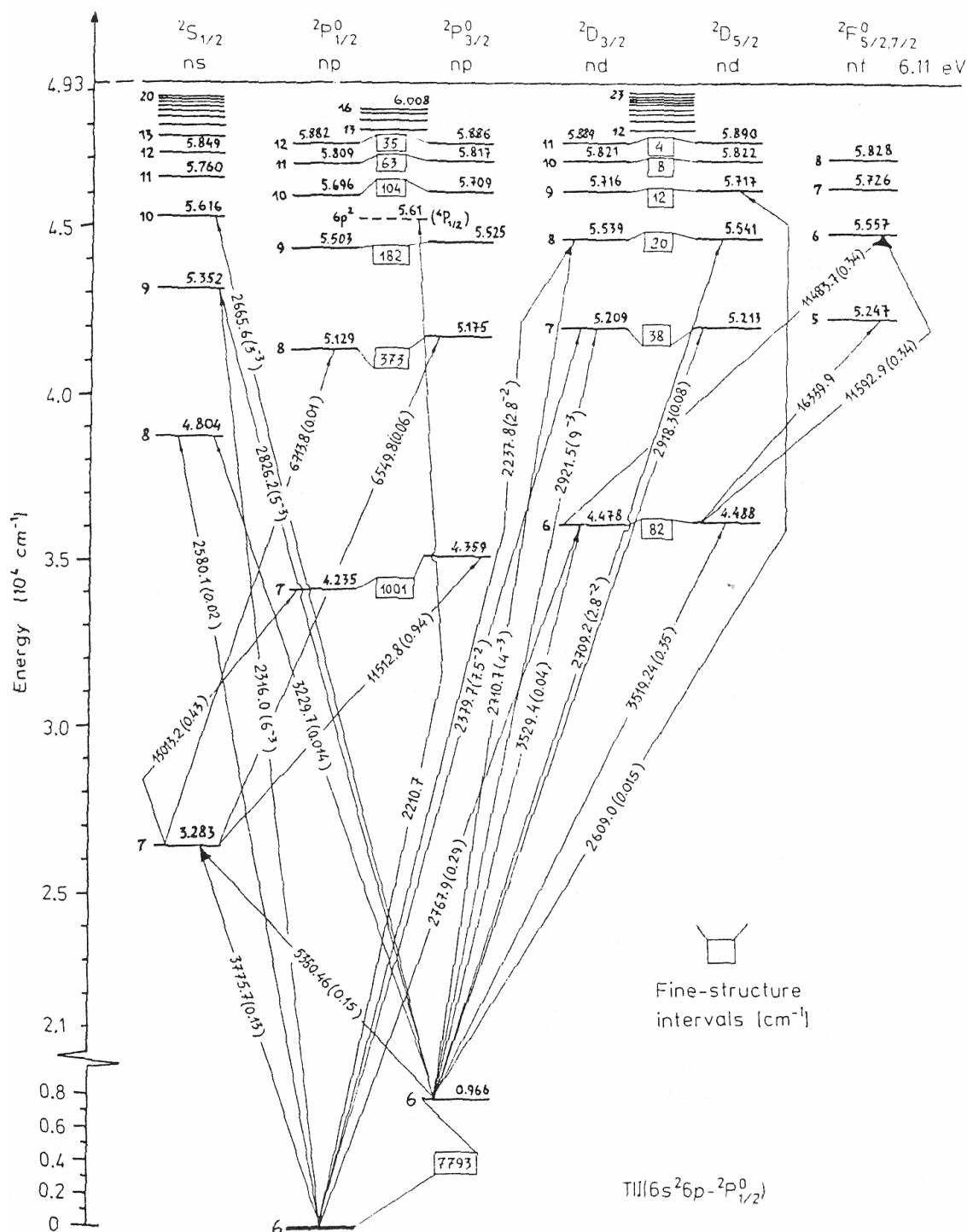
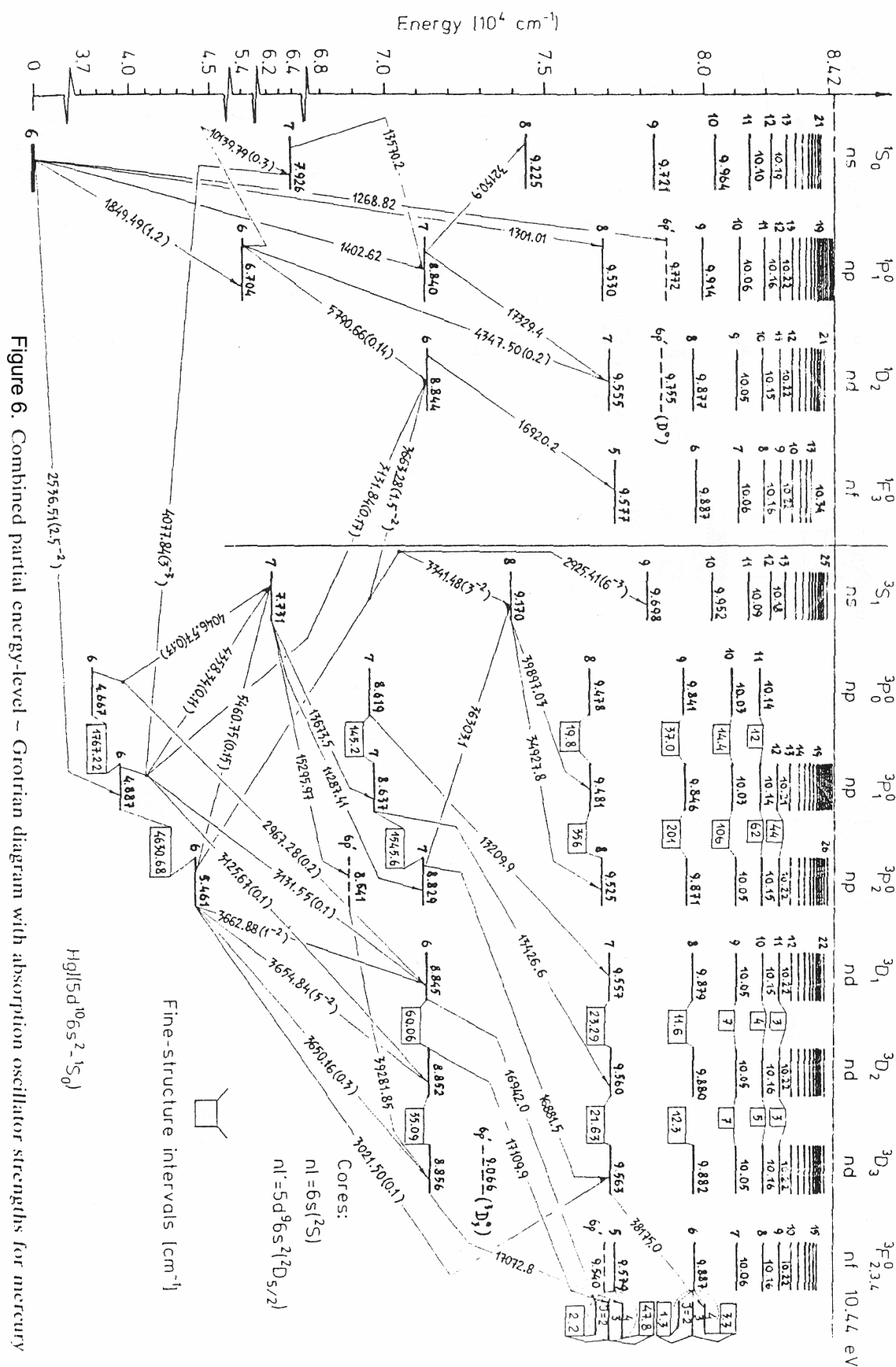
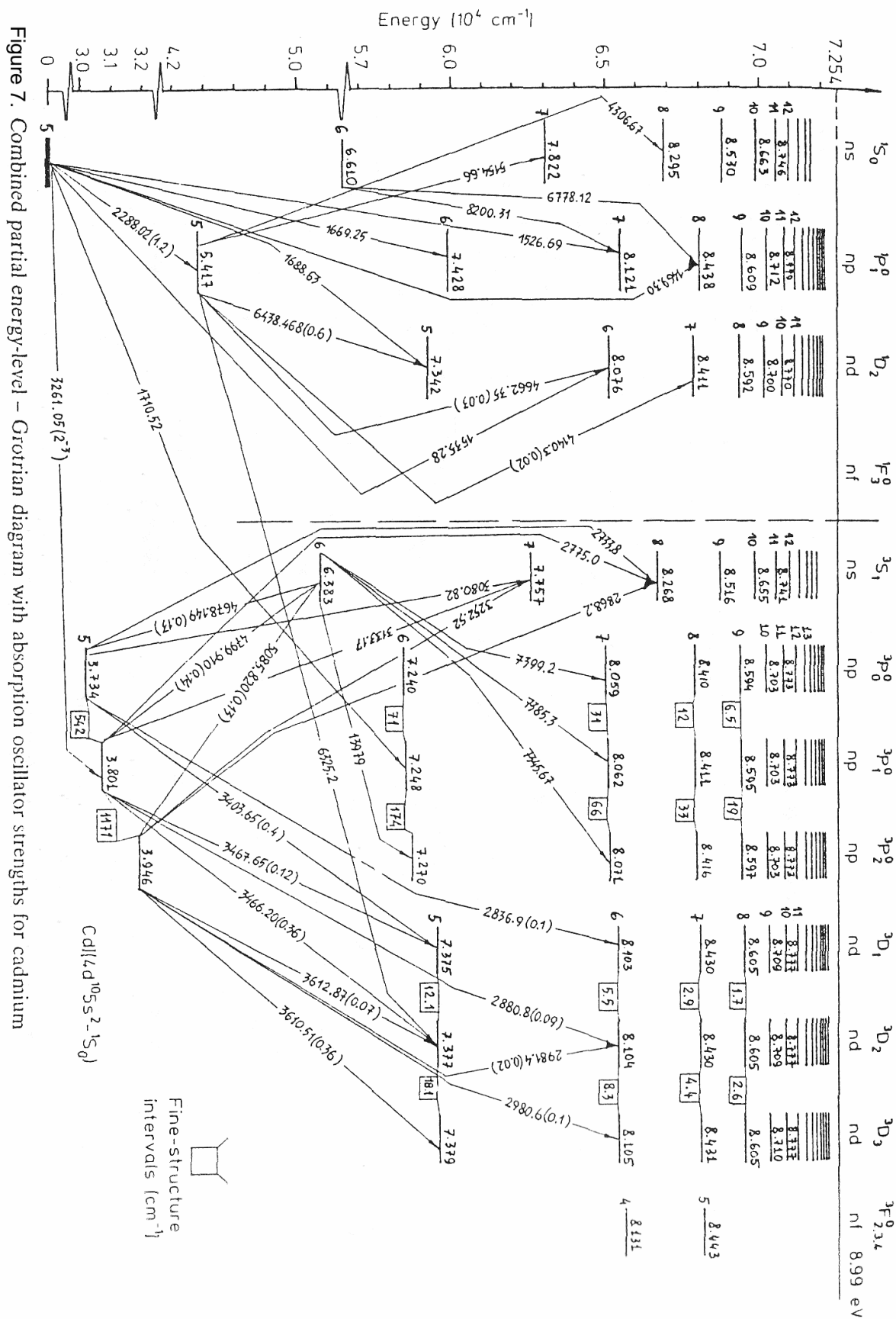


Figure 8. Combined partial energy-level - Grotrian diagram with absorption oscillator strengths for thallium

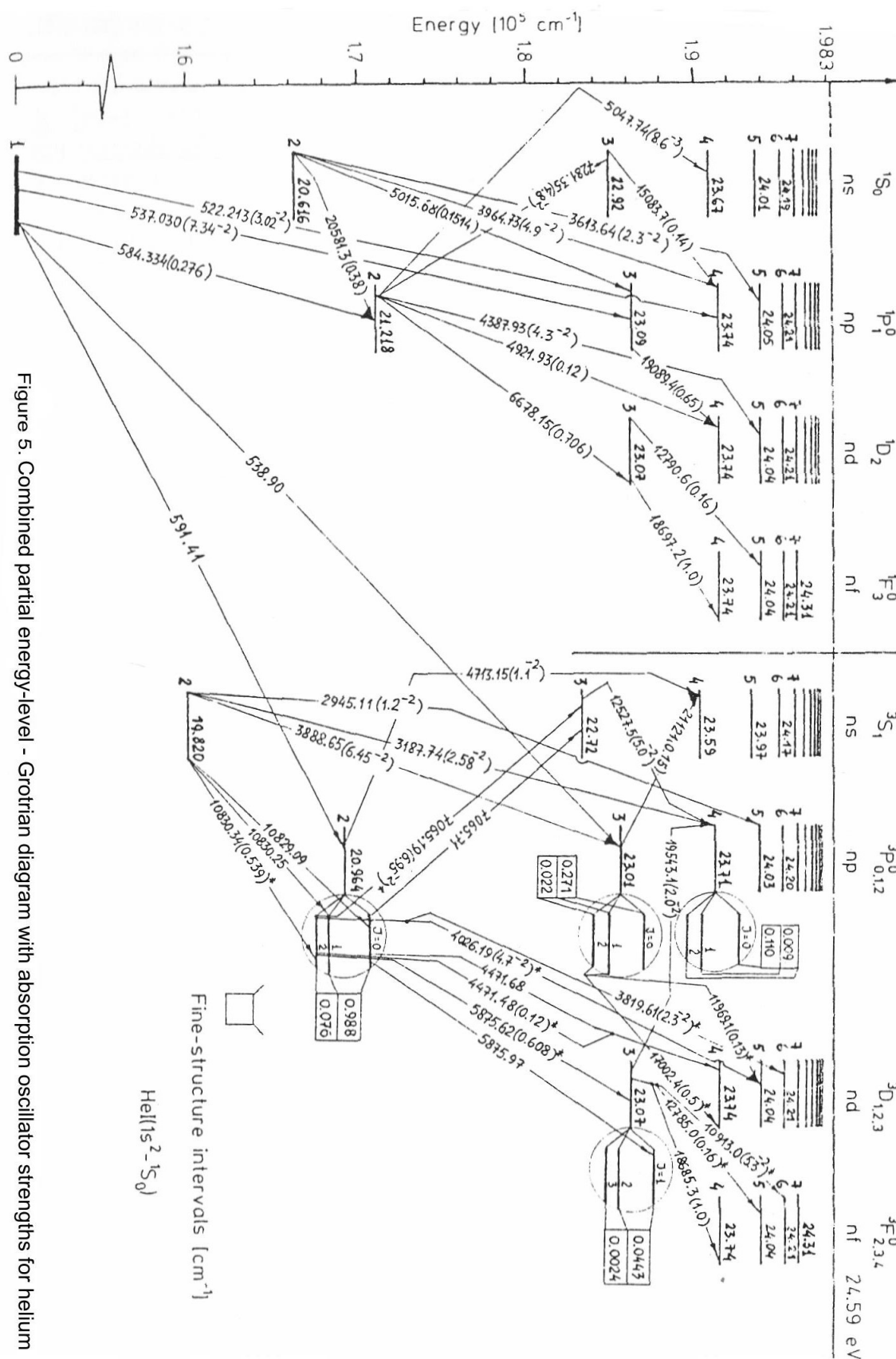
Rys. 4: Schemat poziomów energetycznych talu (Tl) [13].



Rys. 5: Schemat poziomów energetycznych rtęci (Hg) [13].



Rys. 6: Schemat poziomów energetycznych kadmu (Cd) [13].



Rys. 7: Schemat poziomów energetycznych helu (He) [13].