

Spektrometr siatkowy

P5.7.2.1

Pomiar linii widma gazów obojętnych i oparów metali za pomocą spektrometru pryzmatycznego



Pomiar linii widma gazów obojętnych i oparów metali za pomocą spektrometru pryzmatycznego (P5.7.2.1)

Nr kat.	Opis	P 5. 7. 2. 1
467 23	Spektrometr i goniometr	1
471 23	Siatka dyfrakcyjna 6000/cm (Rowland)	1
451 031	Lampa spectrum He	1
451 111	Lampa spectrum Na	1
451 16	Oprawy lamp spectrum	1
451 30	Uniwersalny dławik	1
521 210	Transformator 6/12 V	1
300 02	Podstawa statywu, o kształcie V, 20 cm	1
451 011	Lampa spectrum Ne	1*
451 041	Lampa spectrum Cd	1*
451 071	Lampa spectrum Hg-Cd	1*
451 081	Lampa spectrum Ti	1*

*dodatkowo zalecane

Aby stworzyć spektrometr dyfrakcyjny, kopia siatki dyfrakcyjnej Rowlanda jest umieszczona na podstawie pryzmatu goniometru zamiast pryzmatu. Droga propagacji w spektrometrze dyfrakcyjnym jest analogiczna do drogi w spektrometrze pryzmatycznym (zobacz P 5.7.1.1). Jednakże, w tej konfiguracji odchylenie promieni przez siatkę dyfrakcyjną jest proporcjonalne do długości fali:

$$\sin \Delta\alpha = n \cdot g \cdot \lambda$$

n: rząd dyfrakcji

g: stała siatki dyfrakcyjnej

λ : długość fali

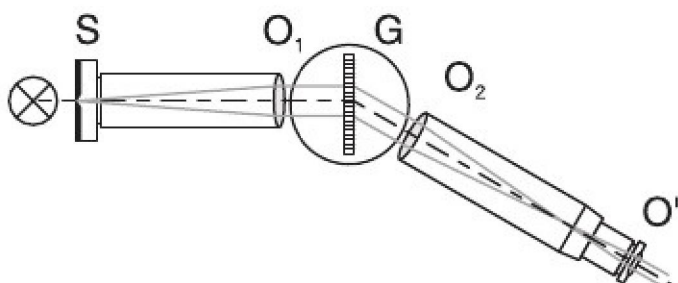
$\Delta\alpha$: kąt odchylenia linii spektralnej n-rzędu

W skutek tego, długości fal obserwowanych linii spektralnych mogą być obliczone bezpośrednio ze zmierzonych kątów odchylenia.

W doświadczeniu P5.7.2.1, spektrometr dyfrakcyjny jest używany do obserwacji linii spektralnych gazów szlachetnych i oparów metali wzbudzonych do świecenia.

Aby zidentyfikować początkowo "nieznaną" linię spektralną, mierzone są kąty odchylenia i przekształcane na odpowiednie długości fali.

Rozdzielczość spektrometru dyfrakcyjnego jest wystarczająca do wyznaczenia odległości pomiędzy dwoma żółtymi D-liniami sodu $\lambda(D_1) - \lambda(D_2) = 0,60 \text{ nm}$ z dokładnością $0,10 \text{ nm}$. Jednakże, ta wysoka rozdzielczość jest osiągana kosztem strat natężenia jako, że znacząca część promieniowania jest tracona w nieugiętym rzędzie zerowym i reszta jest rozkładana przez wiele rzędów dyfrakcji po obu stronach rzędu zerowego.



Droga promienia w spektrometrze siatkowym

P5.7.2

Spektrometr siatkowy

P5.7.2.2

Podłączenie spektrometru siatkowego w celu pomiaru krzywych transmisji

P5.7.2.3

Podłączenie spektrometru siatkowego w celu pomiaru linii widmowych



Podłączenie spektrometru siatkowego w celu pomiaru linii widmowych (P5.7.2.3)

Nr kat.	Opis	P 5. 7. 2. 2 (b)	P 5. 7. 2. 3
337 47USB	Kamera video VideoCom USB	1	1
460 32	Ława optyczna, standardowy przekrój, 1 m	1	1
460 335	Ława optyczna, standardowy przekrój, 0,5 m	1	1
460 341	Przegub z obrotową skalą	1	1
471 23	Wyskalowana siatka 6000/cm (Rowland)	1	1
460 14	Regulowana szczelina	1	1
460 08	Soczewka w oprawce f = +150 mm	2	1
460 22	Uchwyt ze sprężynowymi zaciskami	1	1
460 373	Konik optyczny 60/50	5	5
450 60	Oprawa lampy z przewodem	1	
450 511	Żarówka 6 V, 30 W, E14, zestaw 2 szt.	1	
460 20	Asferyczny kondensator z przesłoną	1	
521 210	Transformator 6/12 V	1	
467 95	Zestaw filtrów, podstawowy kolor	1	
467 96	Zestaw filtrów, kolory poboczne	1	
468 03	Filtr monochromatyczny, czerwony	1*	
468 05	Filtr monochromatyczny, żółty	1*	
468 07	Filtr monochromatyczny, żółto-zielony	1*	
468 09	Filtr monochromatyczny, niebiesko-zielony	1*	
460 02	Soczewka w oprawce f = +50 mm		1
451 031	Lampa spectrum He		1
451 111	Lampa spectrum Na		1
451 16	Oprawa lamp spectrum		1
451 30	Dławik uniwersalny		1
451 011	Lampa spectrum Ne		1*
451 041	Lampa spectrum Cd		1*
451 071	Lampa spectrum Hg-Cd		1*
451 081	Lampa spectrum Tl		1*
	Dodatkowo wymagany: komputer PC z Windows 2000/XP/Vista	1	1

*dodatkowo zalecane

Używając w połączeniu ze spektrometrem dyfrakcyjnym, jednoliniowa CCD kamera VideoCom idealnie nadaje się do względnych pomiarów rozkładu natężenia spektralnego. W takim pomiarze, każdy piksel kamery CCD jest przypisany do długości fali

$$\lambda = d \cdot \sin \alpha$$

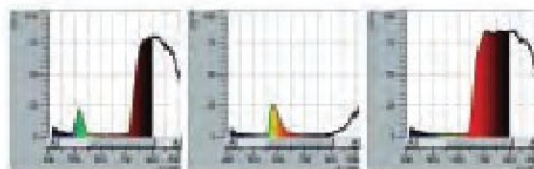
w pierwszym rzędzie dyfrakcji siatki dyfrakcyjnej. Spektrometr jest montowany na ławie optycznej za pomocą poszczególnych komponentów. Siatka dyfrakcyjna w tym doświadczeniu jest kopią siatki dyfrakcyjnej Rowlanda z ok. 6000 liniami/cm. Obraz dyfrakcyjny za siatką dyfrakcyjną jest obserwowany przez VideoCom.

Oprogramowanie VideoCom umożliwia porównanie dwóch rozkładów natężeń i tym samym zarejestrowanie krzywej transmisji filtrów kolorów lub innych ciał przepuszczających światło. Rozkład natężenia spektralnego źródła światła jest mierzony z i bez filtra, stosunek dwóch pomiarów jest wykresowany w funkcji długości fali.

Doświadczenie P5.7.2.2 rejestruje krzywą transmisji filtrów kolorów.

Wykazane zostaje, że proste filtry są przepuszczalne dla bardzo szerokiego zakresu długości fali w zakresie widzialnym światła podczas, gdy tzw. filtry liniowe mają bardzo wąski zakres przepuszczania.

W doświadczeniu P5.7.2.3, spektrometr dyfrakcyjny jest montowany do obserwacji linii spektralnych gazów szlachetnych i oparów metali wzbudzonych do świecenia. Mierzona jest długość fali i natężenie linii spektralnych i następnie porównywane z wartościami literaturowymi.



Krzywe transmisji przy różnokolorowych filtrach (P5.7.2.2)

Spektrometr siatkowy

P5.7.2.4

Oznaczanie stałej dyfrakcyjnej dla siatki hologramowej z zamontowanym laserem He-Ne

P5.7.2.5

Badanie widma lampy ksenonowej z siatką hologramową



Badanie widma lampy ksenonowej z siatką hologramową (P5.7.2.5_b)

Nr kat.	Opis	P 5. 7. 2. 4	P 5. 7. 2. 5 (a)	P 5. 7. 2. 5 (b)
471 830	Laser He-Ne, spolaryzowany liniowo	1		
460 01	Soczewka w oprawce $f = +5$ mm	1		
460 09	Soczewka w oprawce $f = +300$ mm	1	1	1
460 13	Obiektyw projektora	1	1	1
471 27	Siatka hologramowa w oprawce	1	1	1
441 531	Ekran	1	1	1
460 335	Ławka optyczna, o przekroju standardowym, 0.5 m	1	1	1
460 32	Ławka optyczna, o przekroju standardowym, 1 m	1	1	1
460 341	Przegub z obrotową skalą	1	1	1
460 374	Konik optyczny 90/50	5	5	6
450 80	Lampa ksenonowa		1	1
450 83	Urządzenie zasilające do lampy ksenonowej		1	1
460 02	Soczewka w oprawce $f = +50$ mm		1	1
460 14	Regulowana szczelina		1	1
460 382	Pochylony konik 90/50		1	1
501 25	Przewód łączący, 50 cm, red		1	1
501 26	Przewód łączący, 50 cm, niebieski		1	1
460 21	Uchwyt do wtyczek			1
460 22	Uchwyt ze sprężynowymi zaciskami			1
461 62	Przesłony siatkowe, zestaw 2 szt.			1
578 62	Fotokomórka Si STE 2/19			1
524 013	Czujnik-CASSY 2			1
524 220	CASSY Lab 2			1
524 082	Czujnik ruchu obrotowego S			1
501 46	Przewód, 100 cm, czerwono/niebieski, wiązka			1
	Dodatkowo wymagane: Komputer PC z Windows XP/Vista/7			1

Do montażu spektrometru dyfrakcyjnego o bardzo wysokiej rozdzielczości i wysokiej skuteczności użyta jest holograficzna siatka dyfrakcyjna z 24000 liniami/cm. Straty natężenia są małe w porównaniu do siatki transmisyjnej. W doświadczeniu P5.7.2.4 stała siatki dyfrakcyjnej holograficznej siatki dyfrakcyjnej jest wyznaczana dla różnych wartości kąta padania. użytym źródłem światła jest laser He-Ne o długości fali $\lambda = 632.8$ nm. Najlepsza wartość jest osiągnięta dla specjalnego przypadku, gdzie kąt padania i kąt dyfrakcji są jednakowe, tzw. warunek Littrowa. W doświadczeniu P5.7.2.5 badane jest widmo lampy ksenonowej. Obraz dyfrakcyjny za holograficzną siatką dyfrakcyjną jest rejestrowany poprzez zmianę położenia ekranu i fotokomórki. Odpowiadający kąt dyfrakcji jest odczytywany na kołowej skali połączenia szynowego lub zmierzony przez czujnik ruchu obrotowego. Okazuje się, że widmo lampy wydającej się białej dla oka ludzkiego składa się z różnych linii spektralnych.