

# WIDMOWA ANALIZA EMISYJNA

## Wyznaczanie stałej Rydberga i energii jonizacji wodoru

### Cel ćwiczenia:

Sporządzenie krzywej kalibracji (dyspersji) spektroskopu i na tej podstawie wyznaczenie długości fal emitowanych przez atomy badanego pierwiastka. Wyznaczenie stałej Rydberga i energii jonizacji wodoru

### Spis przyrządów:

Spektroskop przymatyczny, zasilacz wysokiego napięcia, rurki Plücker'a z badanymi pierwiastkami

### Pytania i zagadnienia do przygotowania:

1. Budowa atomu, poziomy energetyczne
2. Powstawanie widm atomowych
3. Związek pomiędzy energią przejścia a częstotliwością i długością fal
4. Zjawisko dyspersji światła
5. Spektrometr przymatyczny: budowa, zasada działania

### Literatura:

1. C. Bobrowski, *Fizyka*, WNT, Warszawa
2. B. Jaworski, A. Dietlaf, L. Miłkowska, *Kurs fizyki*, T.3, PWN, Warszawa
3. R. Resnick, D. Halliday, *Fizyka*, t.2, PWN, WARSZAWA
4. S. Szczeniowski, *Fizyka doświadczalna*, cz.4, PWN, Warszawa
5. T. Dryński, *Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki*, PWN, Warszawa
6. A. N. Zajdel, *Tablice linii widmowych*
7. A. Bielański, *Podstawy chemii nieorganicznej*, T.1, PWN, Warszawa
8. L. Piel, *Idee chemii kwantowej*, PWN, Warszawa

## Wykonanie ćwiczenia:

1. Zapoznać się z budową i obsługą spektroskopu ze szczególnym uwzględnieniem bezpieczeństwa przy pracy z wysokim napięciem  
**Uwaga: stanowisko pomiarowe może być uruchomione jedynie w obecności prowadzącego zajęcia lub pracownika technicznego!**
2. Przed szczeliną spektroskopu założyć do statywu rurkę Plückera napełnioną helem. Włączyć zasilanie
3. Układ ustawić tak, aby w okularze lunety spektroskopu oglądać intensywne widmo liniowe
4. Wyregulować spektroskop: ustawić ostrość krzyżyka w okularze oraz ostrość linii spektralnych w polu widzenia lunety
5. Przesuwając bęben skali spektroskopu odczytać położenie (kąty  $\alpha$ ) i określić barwę oraz intensywności linii spektralnych  $\alpha_{He}$  wszystkich linii widmowych helu. Wyniki zapisać w karcie pomiarowej. Ocenić błąd przy odczycie położenia
6. Usunąć rurkę Plückera z helem i przed szczeliną ustawić rurkę z wodorem (widzialna część atomowego widma wodoru składa się z czterech linii widmowych: czerwonej  $H_{\alpha}$ , niebieskiej  $H_{\beta}$  i dwóch fioletowych  $H_{\gamma}$  i  $H_{\delta}$ )
7. Odczytać położenie  $\alpha_H$  przynajmniej dwóch najsilniejszych linii na skali spektroskopu. Wyniki zapisać w karcie pomiarowej
8. Przed szczeliną spektroskopu umieścić rurkę Plückera napełnioną nieznanym pierwiastkiem. Odczytać położenie  $\alpha_{NP}$  tych linii na skali spektroskopu i wyniki zapisać w karcie pomiarowej

## Opracowanie wyników pomiarowych:

1. Z dodatku „Długość linii widmowych” odczytać długości fal  $\lambda_{He}$  (helu) i  $\lambda_H$  (wodoru) zaobserwowanych linii widmowych i wpisać je do karty pomiarowej
2. Wykreślić krzywą dyspersji (kalibracji) spektroskopu tj. wartości długości fali w funkcji położenia  $\lambda_{He}(\alpha_{He})$  oraz  $\lambda_H(\alpha_H)$  (na jednym wykresie)
3. Korzystając z krzywej dyspersji zaznaczyć na osi odciętych położenia  $\alpha_{NP}$  i odczytać długości fal dla nieznanego pierwiastka odpowiadające położeniom tych linii, następnie odczytać długości fal  $\lambda_{NP}$
4. Dokonać identyfikacji badanego pierwiastka
5. Używając wyznaczonych długości fali obliczyć stałą Rydberga dla wodoru na podstawie wzorów  $\frac{1}{\lambda} = \frac{\nu}{c} = \frac{m_e e^4 Z^2}{8\epsilon_0^2 h^3 c} \left( \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$  i  $R = \frac{m_e e^4}{8\epsilon_0^2 h^3 c} = 1,0973731 \cdot 10^7 m^{-1}$ , przyjmując  $n=2$ , oraz  $k=3$  dla linii  $H_\alpha$  i  $k=4$  odpowiednio dla linii  $H_\beta$
6. Z zależności  $E_1 = -\frac{e^4 m_e}{8h^2 \epsilon_0^2}$  i  $E_n = \frac{E_1}{n^2} = \frac{13.6eV}{n^2}$  wyliczyć energię jonizacji  $E_I$  atomu wodoru, przyjmując  $n=1$  i wykorzystując wcześniej obliczoną wartość stałej Rydberga
7. Porównać obliczone wartości  $R$  i  $E_I$  z danymi tablicowymi
8. Analizę niepewności pomiarowych ( $\Delta R_H$ ,  $\Delta E_H$ ) przeprowadzić metodą różniczki zupełnej. Oszacować niepewności pomiarowe z uwzględnieniem dokładności określenia położenia linii widmowej na skali oraz dokładności odczytu długości fali z krzywej dyspersji
9. Przeprowadzić rachunek jednostek

## Długość linii widmowych

### Hel:

Lp.		$\lambda_{\text{He}} [\text{\AA}]$	Intensywność	Barwa linii
1.	I	4143,759	(15)	fioletowa
2.	I	4387,928	(30)	indygo
3.	I	4471,479	(100)	niebieska
4.	II	4685,750	(300)	niebieska
5.	I	4713,143	(40)	niebieska
6.	I	4921,928	(50)	zielononiebieska
7.	I	5015,675	(100)	zielononiebieska
8.	I	5047,736	(15)	zielona
9.	II	5411,55	(50)	zielona
10.	I	5875,620	(1000)	żółta
11.	II	6560,130	(100)	czerwona
12.	I	6678,149	(100)	czerwona
13.	I	7065,188	(70)	czerwona

### Wodór:

Lp.		$\lambda_{\text{H}} [\text{\AA}]$	Intensywność	Barwa linii
1.	H $\delta$	4101,74	(100)	fioletowa
2.	H $\gamma$	4340,47	(200)	indygo
3.	H $\beta$	4861,33	(500)	niebieska
4.	H $\alpha$	6562,85	(2000)	czerwona

### Rtęć:

Lp.		$\lambda_{\text{Rg}} [\text{\AA}]$	Intensywność	Barwa linii
1.		4046,56	(300)	fioletowa
2.		4077,81	(150)	fioletowa
3.		4358,35	(500)	fioletowa
4.		4916,04	(50)	zielona
5.		5460,74	(2000)	zielona
6.		5769,59	(200)	żółta
7.		5790,65	(1000)	żółta
8.		6907,16	(125)	czerwona
9.		7081,88	(125)	czerwona

## Nieznany pierwiastek

Lp.		$\lambda_{NP}$ [Å]	Intensywność	Barwa linii
1.	II	4219,76	(100)	indygo
2.	II	4290,40	(100)	
3.	II	4379,50	(100)	
4.	II	4391,94	(150)	↓
5.	II	4397,94	(100)	
6.	II	4409,30	(150)	niebieska
7.	I	4422,52	(300)	
8.	I	4424,80	(300)	
9.	I	4425,40	(150)	↓
10.	II	4428,54	(100)	
11.	I	4460,18	(100)	
12.	I	4475,66	(100)	
13.	I	4483,19	(150)	
14.	I	4488,09	(300)	
15.	I	4536,31	(150)	
16.	I	4537,68	(300)	
17.	I	4537,75	(1000)	
18.	I	4538,31	(300)	
19.	I	4575,06	(300)	
20.	I	4582,04	(150)	
21.	I	4582,45	(150)	
22.	I	4609,91	(150)	
23.	I	4614,39	(100)	
24.	I	4628,31	(150)	
25.	I	4645,42	(300)	
26.	I	4656,39	(300)	
27.	I	4661,10	(150)	
28.	I	4667,36	(100)	
29.	I	4678,22	(300)	
30.	I	4679,14	(150)	
31.	I	4680,36	(100)	
32.	I	4704,40	(1500)	
33.	I	4708,85	(1200)	
34.	I	4712,06	(1000)	
35.	I	4715,34	(1500)	
36.	I	4749,57	(300)	
37.	I	4752,73	(1000)	
38.	I	4788,93	(300)	
39.	I	4817,64	(300)	

Lp.		$\lambda$ [Å]	Intensywność	Barwa linii
40.	I	4821,92	(300)	niebieska
41.	I	4827,34	(1000)	
42.	I	4827,59	(300)	
43.	I	4837,31	(500)	↓
44.	I	4884,92	(1000)	zielononiebieska
45.	I	4892,09	(500)	
46.	I	4955,38	(150)	↓
47.	I	4957,03	(1000)	
48.	I	4957,12	(150)	
49.	I	4994,93	(150)	
50.	I	5005,16	(500)	
51.	I	5031,35	(250)	
52.	I	5037,75	(500)	
53.	I	5122,26	(150)	zielona
54.	I	5145,01	(500)	↓
55.	I	5193,22	(150)	
56.	I	5298,19	(150)	↓
57.	I	5330,78	(600)	
58.	I	5341,09	(1000)	
59.	I	5343,28	(600)	
60.	I	5355,42	(150)	
61.	I	5400,562	(2000)	
62.	I	5412,66	(250)	
63.	I	5433,65	(250)	
64.	I	5448,51	(150)	
65.	I	5562,44	(150)	żółtozielona
66.	I	5562,77	(500)	↓
67.	I	5656,66	(500)	
68.	I	5689,82	(150)	↓
69.	I	5718,90	(150)	
70.	I	5719,23	(500)	
71.	I	5748,30	(500)	
72.	I	5764,42	(700)	
73.	I	5804,45	(500)	żółta
74.	I	5811,42	(300)	↓
75.	I	5820,16	(500)	
76.	I	5852,488	(2000)	↓
77.	I	5881,895	(1000)	
78.	I	5913,63	(250)	
79.	I	5918,91	(250)	
80.	I	5944,834	(500)	

Lp.		$\lambda$ [Å]	Intensywność	Barwa linii
81.	I	5965,47	(500)	żółta
82.	I	5974,63	(500)	↓
83.	I	5975,534	(600)	
84.	I	5987,91	(150)	
85.	I	6000,95	(100)	
86.	I	6029,997	(1000)	
87.	I	6074,338	(1000)	
88.	I	6096,163	(300)	
89.	I	6142,51	(100)	pomarańczowa
90.	I	6143,06	(1000)	↓
91.	I	6163,594	(1000)	
92.	I	6182,15	(150)	
93.	I	6213,88	(150)	
94.	I	6217,28	(1000)	
95.	I	6246,73	(100)	
96.	I	6266,495	(1000)	
97.	I	6313,69	(150)	
98.	I	6328,17	(300)	
99.	I	6330,90	(150)	
100.	I	6334,428	(1000)	
101.	I	6382,991	(1000)	
102.	I	6401,08	(100)	
103.	I	6402,25	(2000)	
104.	I	6444,72	(150)	
105.	I	6506,528	(1000)	czerwona
106.	I	6532,882	(100)	↓
107.	I	6598,953	(1000)	
108.	I	6602,91	(100)	
109.	I	6652,09	(150)	
110.	I	6666,89	(100)	
111.	I	6678,28	(500)	
112.	I	6929,47	(1000)	
113.	I	7024,05	(500)	
114.	I	7032,413	(1000)	
115.	I	7059,11	(200)	
116.	I	7173,939	(1000)	
117.	I	7245,167	(1000)	