

WIDMOWA ANALIZA EMISYJNA

Wyznaczanie stałej Rydberga i energii jonizacji wodoru

Cel ćwiczenia:

Sporządzenie krzywej kalibracji (dyspersji) spektroskopu
Wyznaczenie stałej Rydberga i energii jonizacji wodoru

Spis przyrządów:

Spektroskop pryzmatyczny, zasilacz wysokiego napięcia, rurki Plückerera 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 pryzmatyczny: budowa, zasada działania

Literatura:

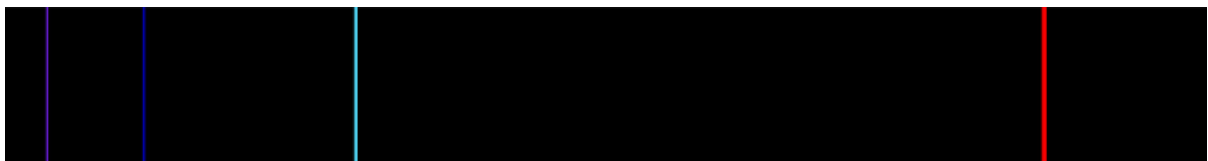
1. C. Bobrowski, *Fizyka*, WNT, Warszawa
2. B. Jaworski, A. Dietlaf, L. Miłkowska, *Kurs fizyki*, T.3, PWN, Warszawa
3. R. Resnick, D. Halliday, *Fizyka*, t.2, PWN, WARSZAWA
4. S. Szczeniowski, *Fizyka doświadczalna*, cz.4, PWN, Warszawa
5. T. Dryński, *Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki*, PWN, Warszawa
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 α) i określić barwę oraz intensywności linii spektralnych 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 tzw. seria Balmera składa się z czterech linii widmowych: czerwonej H_α , niebieskiej H_β i dwóch fioletowych H_γ i H_δ)



7. Odczytać położenie przynajmniej dwóch najsilniejszych linii na skali spektroskopu. Wyniki zapisać w karcie pomiarowej
8. Przed szczeliną spektroskopu umieścić rurkę Plückera napełnioną innym (podanym przez prowadzącego zajęcia) pierwiastkiem. Odczytać położenie widocznych linii na skali spektroskopu i wyniki zapisać w karcie pomiarowej

Opracowanie wyników pomiarowych:

1. Z dodatku „Długość linii widmowych” odczytać długości fal λ_{He} (helu), λ_H (wodoru) i innego pierwiastka zaobserwowanych linii widmowych i wpisać je do karty pomiarowej
2. Wykreślić krzywą dyspersji (kalibracji) spektroskopu tj. wartości długości fali w funkcji położenia na jednym wykresie dla wszystkich badanych pierwiastków
3. Używając wyznaczonych długości fal obliczyć stałą Rydberga dla wodoru.

Liczba falowa wyrażona jest wzorem Bohra:
$$\frac{1}{\lambda} = \frac{m_e e^4 Z^2}{8 \epsilon_0^2 h^3 c} \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

gdzie:

m_e - masa elektronu,

e - ładunek elektronu,

Z - liczba porządkowa w układzie okresowym pierwiastków,

ϵ_0 - przenikalność elektryczna próżni,

h - stała Planca,

c - prędkość światła.

Ponieważ $R = \frac{m_e e^4}{8 \epsilon_0^2 h^3 c}$ więc $\frac{1}{\lambda} = Z^2 R \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$ stąd po przekształceniach i uwzględnieniu, że Z - liczba porządkowa dla wodoru równa jest 1 to:

$$R = \frac{1}{\lambda} \left(\frac{n_1^2 \cdot n_2^2}{n_2^2 - n_1^2} \right)$$

Uwaga:

linia H_α odpowiada emisji przy przejściu elektronu z powłoki 3 do 2 czyli $n_1 = 2$ a $n_2 = 3$;

linia H_β odpowiada emisji przy przejściu elektronu z powłoki 4 do 2;

linia H_γ odpowiada emisji przy przejściu elektronu z powłoki 5 do 2;

linia H_δ odpowiada emisji przy przejściu elektronu z powłoki 6 do 2.

4. Energia jonizacji wyrażana jest zależnością $E = \frac{e^4 m_e}{8 h^2 \epsilon_0^2}$ czyli $E = R \cdot c \cdot h$ Wyliczyć energię jonizacji wodoru wykorzystując wcześniej obliczoną wartość stałej Rydberga.
5. Porównać obliczone wartości R i E z danymi tablicowymi
6. Przeprowadzić rachunek jednostek

Wartości tablicowe

Stała Rydberga: $R_{tab} = 1.0973731 \cdot 10^7 m^{-1}$

Energia jonizacji wodoru: $E_{tab} = 13.6 eV$

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 δ	4101,74	(100)	fioletowa
2.	H γ	4340,47	(200)	indygo
3.	H β	4861,33	(500)	niebieska
4.	H α	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

Neon

Lp.		λ_{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.	λ [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.		λ [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)	