

Wydział:	Dzień:Poniedziałek 14-17		Zespół:
Fizyki	Data: 20.03.2017		8
Imiona i nazwiska:	Ocena z przygotowania:	Ocena ze sprawozdania:	Ocena końcowa:
Marta Pogorzelska			
Paulina Marikin			
Prowadzący:	Podpis:		

Ćwiczenie 45:

Stany wzbudzenia atomów rtęci i neonu

Badanie efektu Franca-Hertza

1 Wstęp teoretyczny

Poziomy energetyczne elektronów w atomie są skwantowane, czyli mogą przyjmować tylko określone, dyskretne wartości. Zmiana poziomu energetycznego z niższego na wyższy (wzbudzony) może zajść tylko wtedy, gdy elektron otrzyma ilość energii równą różnicy między tymi poziomami. James Franc i Gustaw Hertz w swoim doświadczeniu z 1913 roku potwierdzili ten fakt, czym pomogli ugruntować kwantową teorię atomu. W swoim eksperymencie badali przewodzenie prądu przez elektrony w lampach wypełnionych gazowym neonem albo oparami rtęci. Zmiana prądu anodowego związana ze zwiększaniem energii dostarczanej do elektronów nie zachodzi w takim przypadku monotonicznie, ale rośnie i maleje w równych przedziałach czasu. Dzieje się tak, gdyż atomy mogą pochłaniać energię rozprędzonych elektronów dopiero, gdy osiągnie ona konkretną wartość odpowiadającą różnicy między dwoma poziomami energetycznymi.

2 Opis układu i metody pomiarowej

W skład układu pomiarowego dla lampy rtęciowej wchodzi:

- lampa rtęciowa
- piec do ogrzania rtęci
- termopara z woltomierzem mierząca temperaturę rtęci
- wentylator
- zasilacz umożliwiający regulację napięcia żarzenia, napięcia hamowania i napięcia przyspieszającego
- 4 woltomierze mierzące powyższe napięcia i napięcie anodowe

Układ pomiarowy dla neonu jest podobny, jednak nie zawiera pieca, termopary ani wentylatora, gdyż neon w temperaturze pokojowej jest w stanie gazowym. Zawiera zaś niewystępującą w zestawie rtęci siatkę pozwalającą na ukierunkowanie strumienia elektronów.

W dowiadczeniu najpierw podgrzano rtęć do postaci gazowej. Następnie ustalono, stałe przez całe doświadczenie, napięcie żarzenia i napięcie hamowania. Mierzone było napięcie anodowe (będące wprost

proporcjonalne do prądu anodowego) w zależności o zmienianego przez eksperymentatora napięcia przyspieszającego w zakresie od 0 do 30 voltów. Doświadczenie dla neonu przebiegało analogicznie. Jedynymi różnicami był brak początkowego podgrzewania i zakres napięcia przyspieszającego od 0 do 70 voltów.

3 Wyniki pomiarów

3.1 Rtęć

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
U[V]	0.20	0.50	2.60	3.60	4.50	5.50	6.60	7.60	8.20	9.00	9.40	10.6	11.0
Ua[mV]	3.12	3.18	3.82	3.01	2.85	3.75	4.26	4.11	3.69	4.15	4.85	10.6	12.1

	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
U[V]	11.60	12.50	13.10	13.30	13.50	14.20	15.20	15.7	16.2	16.40	16.60	17.60
Ua[mV]	13.18	6.42	4.59	4.31	4.65	5.69	11.26	16.6	19.7	19.89	18.22	7.65

	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
U[V]	18.30	18.90	20.00	20.50	20.80	21.10	21.40	21.7	22.70	23.2	23.50	23.90
Ua[mV]	5.17	5.87	12.68	18.78	23.37	26.53	27.97	26.7	12.85	9.5	8.41	9.06

	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
U[V]	25.10	26.10	26.40	26.80	27.20	28.20	28.60	29.20	29.50	30.50	30.90
Ua[mV]	19.38	32.45	34.67	34.68	31.35	19.44	17.12	16.76	18.05	28.12	33.55

3.2 Neon

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
U[V]	0.00	1.10	2.30	3.50	5.10	6.00	7.40	8.80	9.70	10.60	11.30	12.40
Ua[mV]	0.86	0.85	0.97	0.85	1.06	1.45	1.86	2.13	2.33	2.55	2.63	2.84

	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
U[V]	14.90	15.80	16.80	18.10	20.30	20.90	21.50	22.00	22.70	23.70	25.00
Ua[mV]	3.23	3.41	3.51	3.12	1.67	1.57	1.42	1.23	1.72	3.42	6.11

	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
U[V]	26.00	28.00	28.50	29.1	30.00	31.10	32.60	33.70	34.50	36.60	37.50
Ua[mV]	7.76	10.03	10.44	10.8	11.07	11.78	12.37	12.69	11.42	5.56	3.34

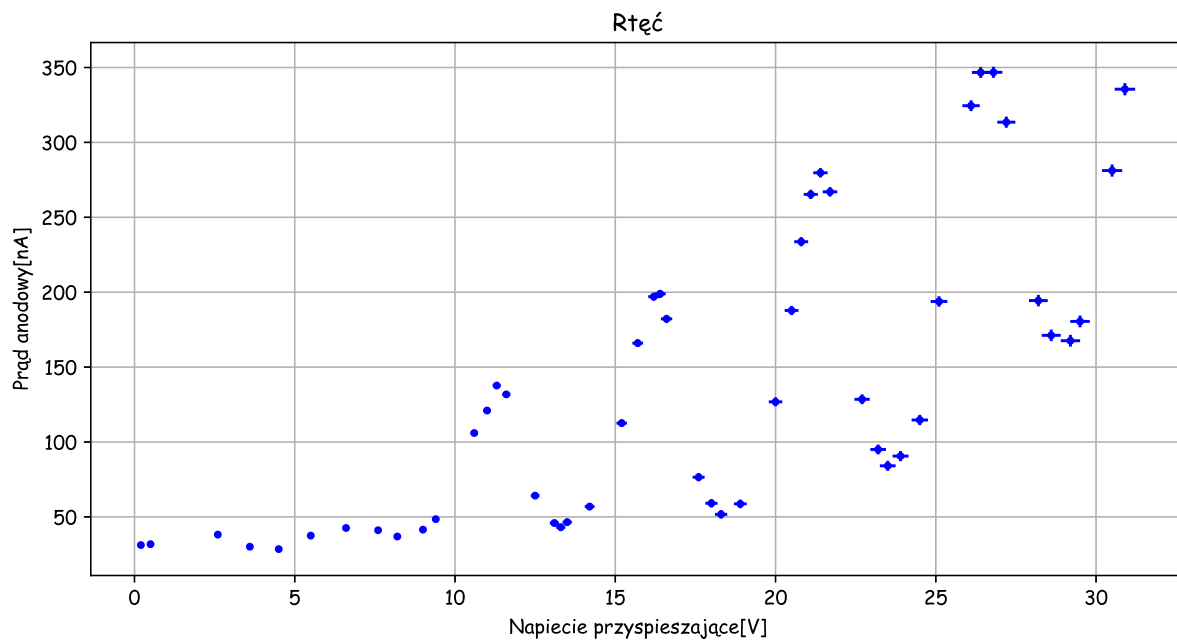
	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47
U[V]	39.50	40.6	42.30	43.30	44.30	45.30	46.50	47.00	47.50	48.00	49.00
Ua[mV]	2.04	4.9	10.09	12.71	14.85	16.33	17.88	18.27	18.77	19.27	19.96

	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
U[V]	50.00	51.00	51.50	54.00	56.00	56.50	57.00	57.50	60.00	63.00	64.10
Ua[mV]	20.52	20.49	19.58	11.11	5.55	5.53	6.43	7.48	14.01	22.51	24.77

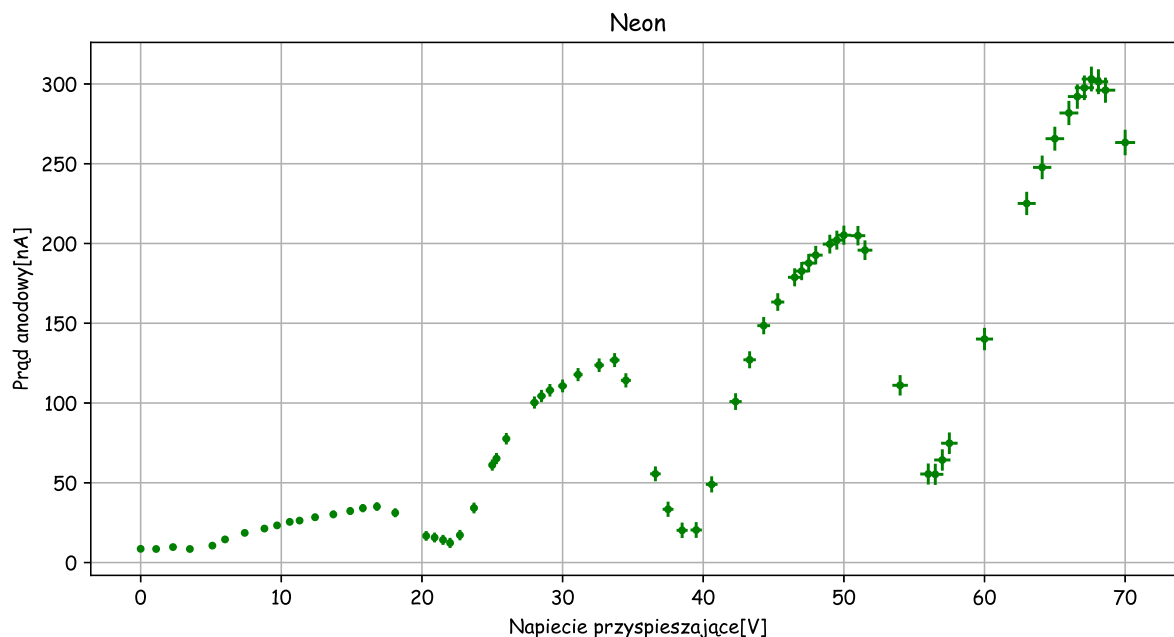
	61	62	63	64	65	66
U[V]	66.00	66.60	67.10	67.60	68.10	68.60
Ua[mV]	28.18	29.21	29.76	30.31	30.14	29.61

4 Analiza wyników

Uzyskane wyniki napięcia anodowego przeskalowano przez czynnik : $10^8 \frac{V}{A}$ w celu uzyskania prądu anodowego. Następnie otrzymane wyniki wraz z niepewnościami przedstawiono na wykresie, z którego odczytano kolejne ekstrema.



Minimum		Maksimum	
U[V]	I[nA]	U[V]	I[nA]
4.5	28.5	6.6	42.6
8.2	36.9	11.3	137.7
14.3	43.1	16.4	198.9
18.3	51.7	21.4	279.7
23.5	84.1	26.4	346.8
29.2	167.6		



Minimum		Maksimum	
U[V]	I[nA]	U[V]	I[nA]
22.0	12.3	16.8	35.8
38.5	20.2	33.7	126.9
56.5	55.3	50.0	205.2
		67.6	303.1

Z uzyskanych wyników można wyliczyć różnicę napięć między kolejnymi maksimami/minimami i, przemnażając ją przez $e = 1.602 \cdot 10^{-19}C$, energię wzbudzenia.

	Rtęć		Neon	
	Z minimow	Z maksimow	Z minimow	Z maksimow
roźnica napięć[V]	4.94(6)	5.05(7)	17.25(30)	16.93(23)
energia wzbudzenia[eV]	4.94(6)	5.05(7)	17.25(30)	16.93(23)

5 Analiza niepewności

Niepewności pomiarów zostały wyliczone ze wzoru:

$$\Delta U = U * klasa + 1 * rozdzielczosc \quad (1)$$

,gdzie klasa używanego woltomierza wynosi 0.01, zaś za rozdzielczość przyjęto najmniejsze możliwe wskazanie woltomierza w danym ustawieniu.

W celu otrzymania niepewności prądu anodowego przeskalowano niepewność odpowiadającego mu napięcia anodowego przez ten sam czynnik skalujący co wcześniej same napięcia. Wreszcie, niepewności różnic napięć wyliczono metodą propagacji niepewności:

$$\Delta U_{midzy} = \sqrt{\Delta U_n^2 + \Delta U_1^2} \frac{1}{n-1} \quad (2)$$

6 Wnioski

Otrzymane wyniki dla maksimów i minimów są zgodne w dwóch przedziałach niepewności. Wartości dla rtęci są także zgodne z wynikami uzyskanymi przez Franca i Hertza w 1913r: 4.9V. Wyniki dla neonu są nieco poniżej tablicowego 18.7V, jednak ogólny kształt wykresu został zachowany. W obu przypadkach wartości wyliczone z minimów są bliższe tablicowym.