

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 niższego na wyższy (wzbudzony) może zajść tylko gdy elektron otrzyma porcję 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 rozprzeczonych 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
- cztery 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

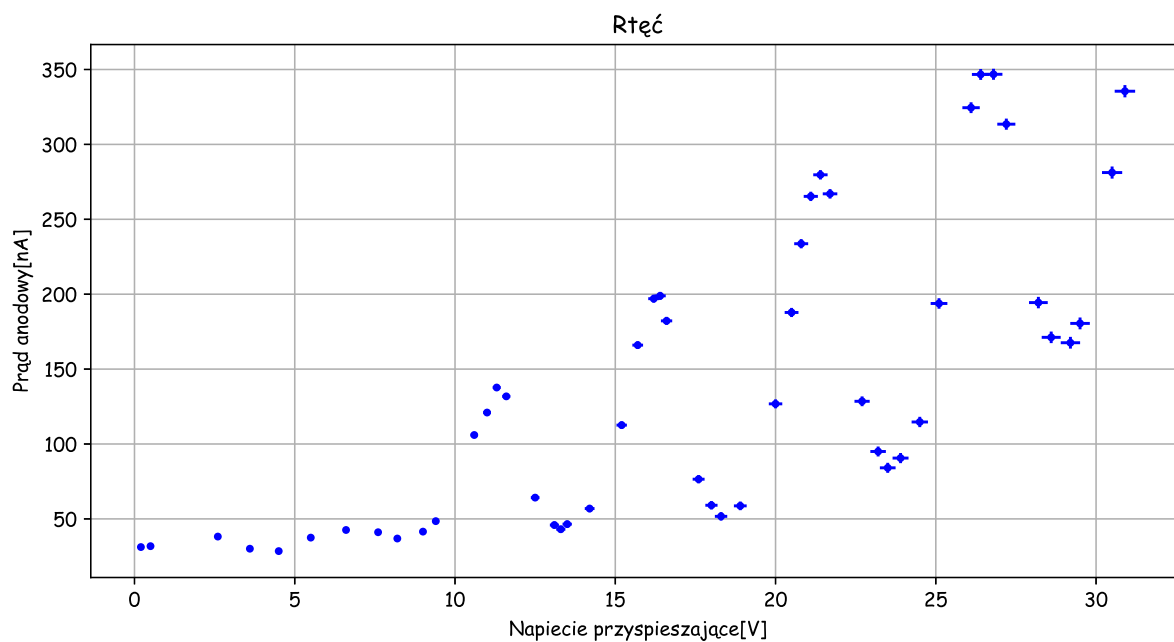
	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47
U[V]	39.50	40.6	42.30	43.30	44.30	45.30	46.50	47.00	47.50	48.00	49.00
Ua[mV]	2.04	4.9	10.09	12.71	14.85	16.33	17.88	18.27	18.77	19.27	19.96

	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

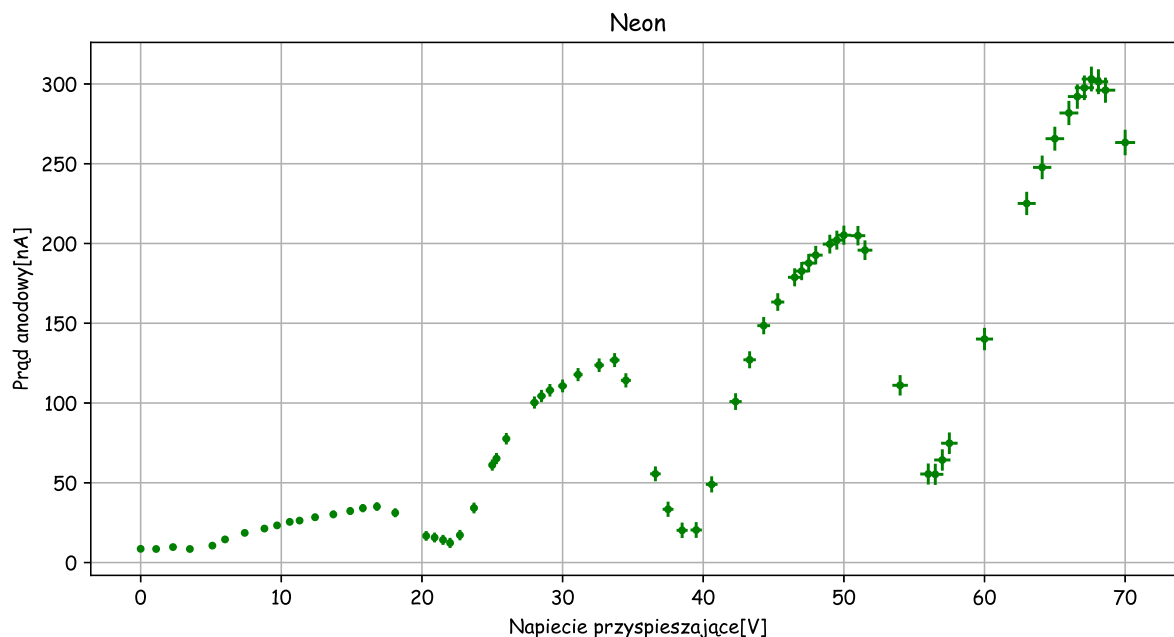
	61	62	63	64	65	66
U[V]	66.00	66.60	67.10	67.60	68.10	68.60
Ua[mV]	28.18	29.21	29.76	30.31	30.14	29.61

## 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 za klasę wzięto klasę używanego woltomierza równą 0.01, zaś za rozdzielczość, 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.