

Ćwiczenie 15

Wyznaczanie ładunku właściwego e/m elektronu

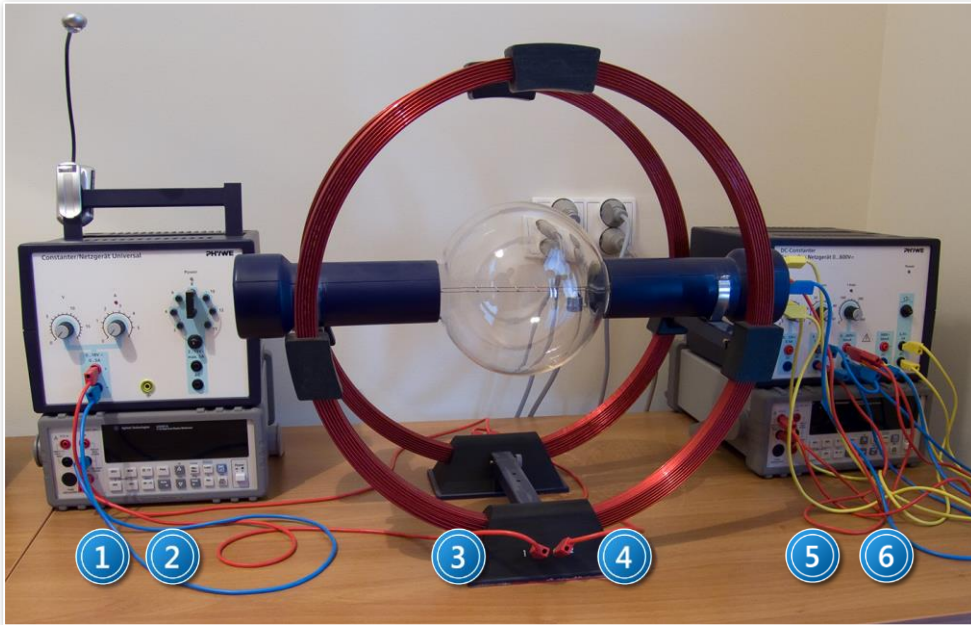


I. Zagadnienia do opracowania.

1. Ładunek punktowy w polach elektrycznym i magnetycznym:
 - a) wielkości charakteryzujące pola elektryczne i magnetyczne;
 - b) ruch cząstek naładowanych w polach elektrycznym i magnetycznym:
 - siła elektrostatyczna,
 - energia potencjalna ładunku w polu elektrostatycznym,
 - siła Lorentza;
 - c) pole magnetyczne przewodników z prądem:
 - obwodu kołowego,
 - solenoidu,
 - cewek Helmholtza;
 - d) prawo Biota-Savarta-Laplace'a.
2. Metody wyznaczania ładunku właściwego e/m elektronu:
 - a) ogniskowanie wiązki elektronów w podłużnym polu magnetycznym;
 - b) metoda pól poprzecznych (Thomsona).
3. Budowa i zasada działania działa elektronowego.
4. Układ doświadczalny do wyznaczania ładunku właściwego e/m elektronu metodą Thomsona.
5. Atom argonu:
 - a) konfiguracja elektronowa i poziomy energetyczne;
 - b) energia wzbudzenia, energia jonizacji;
 - c) przejścia elektronowe w argonie.
6. Zderzenia sprężyste i niesprężyste elektronów z atomami gazów.

II. Zadania doświadczalne.

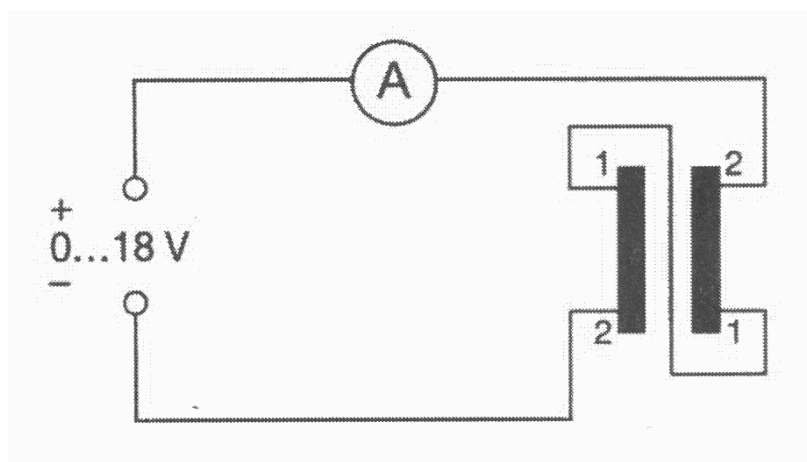
1. Zapoznać się z układem pomiarowym pokazanym na *Zdjęciu 1*.



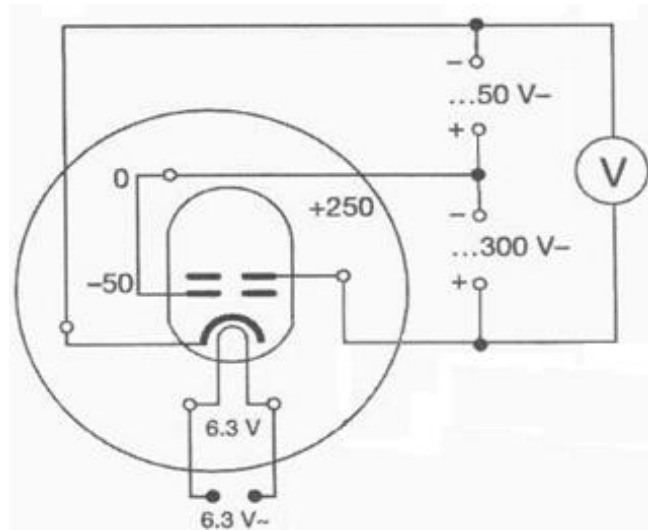
Zdjęcie 1. Aparatura do wyznaczenia ładunku e/m elektronu: 1 – zasilacz; 2,6 – mierniki uniwersalne; 3 – para cewek Helmholtza; 4 – lampa z działem elektronowym; 5 – zasilacz wielofunkcyjny.

2. Przygotować układ doświadczalny do pomiarów.

W tym celu sprawdzić czy cewki Helmholtza są podłączone zgodnie ze schematem na *Rysunku 2* tzn. szeregowo do obwodu zasilającego.



Rysunek 2. Schemat zasilania cewek Helmholtza (za Phywe).



Rysunek 3. Schemat obwodów zasilających działo elektronowe (za Phywe).

Podłączyć obwody zasilające lampę elektronową zgodnie ze schematem na Rysunku 3.

Upewnić się, że pokrętki napięć zasilających – 50 V i 250 V są w pozycji „0”.

Włączyć zasilacz wielofunkcyjny (5 na Zdjęciu 1) i ustawić wartości napięć – 50 V i 250 V odpowiednio na siatce i na anodzie. Po pojawieniu się wyraźnie widocznej, niebiesko zabarwionej wiązki elektronów (nastąpi to po kilku minutach), włączyć zasilacz prądowy (1 na Zdjęciu 1) cewek Helmholtza.



UWAGA!

Maksymalne dopuszczalne natężenie prądu I płynącego przez cewki wynosi 5 A.

Jeśli wiązka elektronów porusza się po spirali a nie po okręgu, ustawić lampę we właściwej pozycji przekraczając delikatnie jej uchwyty w zamocowaniach.

- Wykonać pomiary wartości napięcia anodowego U oraz natężenia prądu I w cewkach Helmholtza niezbędne do obliczenia ładunku e/m elektronu ze wzoru:

$$\frac{e}{m} = \frac{2U}{(Br)^2} .$$

W tym celu zmieniać napięcie U w zakresie od 300 V do 140 V co 20 V. Dla każdej wartości napięcia dobierać i zapisywać wartości natężenia prądu I w cewkach Helmholtza, przy których wiązka elektronów pada na kolejne „szczeble drabinki” wewnątrz lampy.

Promienie drabinek wynoszą kolejno $r = 0,02, 0,03, 0,04, 0,05$ m ($\Delta r = 0,001$ m).

- Obliczyć wielkości indukcji pola magnetycznego cewek Helmholtza dla ustalonych w punkcie II.3. wartości natężenia prądu I .

Promienie cewek wynoszą $R = 0,2 \pm 0,02$ m; liczba zwoi w jednej cewce wynosi 154.

5. Obliczyć wartość ładunku właściwego e/m elektronu wraz z błędem pomiarowym.
6. Porównać otrzymaną wartość z danymi tablicowymi.
7. Zinterpretować niebieskie zabarwienie toru wiązki elektronów w lampie.

III. Zestaw przyrządów.

1. Zasilacz prądowy cewek Helmholtza.
2. Miernik uniwersalny (amperomierz).
3. Układ cewek Helmholtza.
4. Lampa z działem elektronowym.
5. Regulowany zasilacz napięciowy: 6,3 VAC; 0 - 50 VDC; 0 – 600 VDC.
6. Miernik uniwersalny (woltomierz).

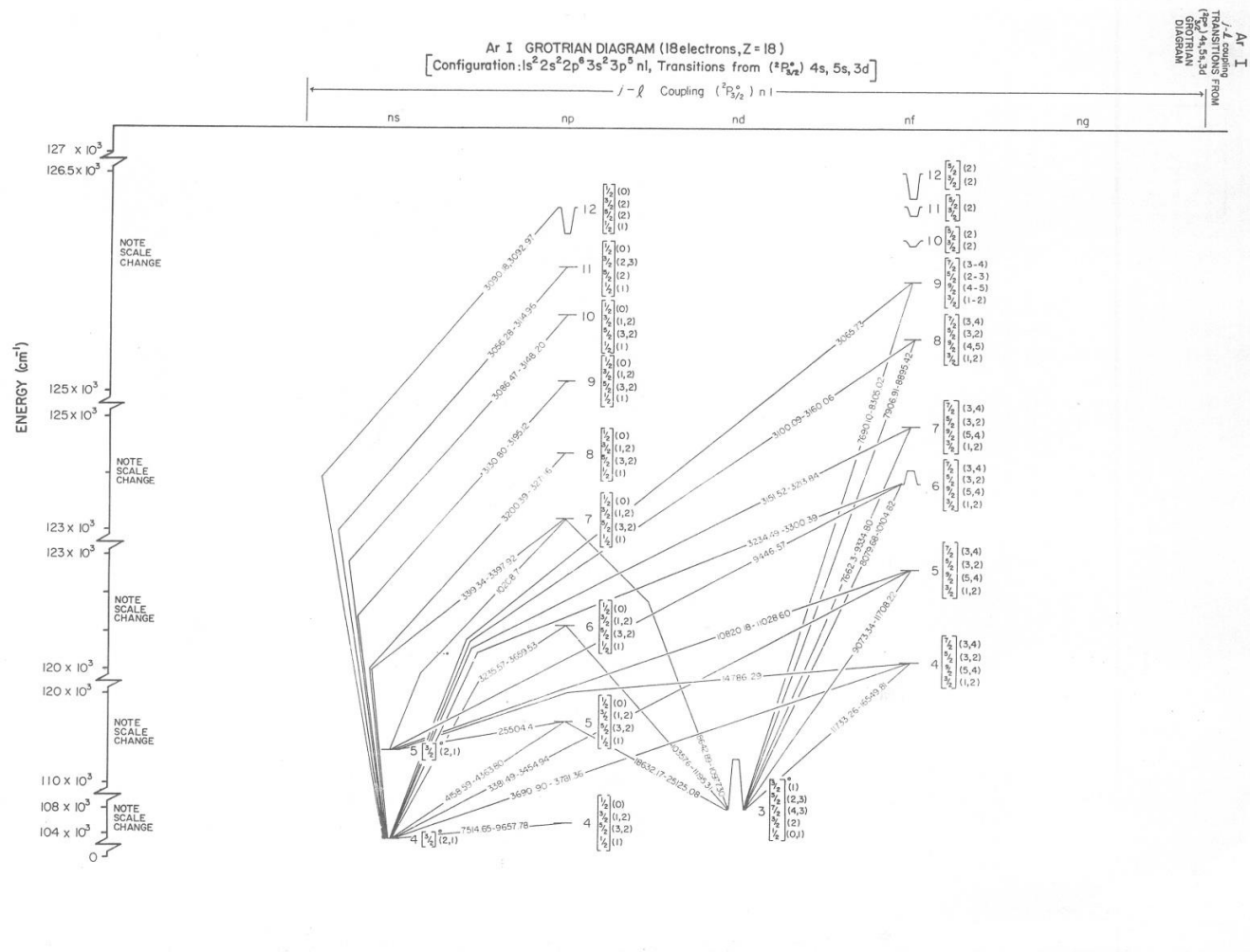
Dział elektronowe spełnia niemieckie przepisy bezpieczeństwa z dnia 8 stycznia 1987 roku (§5(2) - RöV) dotyczące dozwolonych dawek promieniowania rentgenowskiego w działach elektronowych.

IV. Literatura.

1. D. Halliday, R. Resnick, J. Walker – „Podstawy fizyki”, T. 3, PWN, Warszawa 2005.
2. R. P. Feynman – „Feynmana wykłady z fizyki”, T.2.1., PWN, Warszawa 2004.
3. H. A. Enge, M. R. Wehr, J. A. Richards – „Wstęp do fizyki atomowej”, PWN, Warszawa 1983.
4. Z. Leś – „Wstęp do spektroskopii atomowej”, PWN, Warszawa Kraków, 1972.
5. J. Ginter – „Wstęp do fizyki atomu, cząsteczki i ciała stałego”, PWN, Warszawa 1996.
6. F. Kaczmarek – „Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki dla zaawansowanych”, PWN, Warszawa 1986.
7. T. Wicka – „Wyznaczanie ładunku właściwego e/m elektronu”, praca magisterska UG, 2009.
8. PHYWE Systeme GmbH & Co – “Physics Laboratory Experiments”, manuals: 06959.00, 06960.00, set P2510200.
9. J. Sobelman – “Atomic Spectra and Radiative Transition”, Springer, 1979.
10. S. Bashkin, J.D. Stoner – “Atomic Energy – Level and Grotrian Diagrams”, Vol. II, North-Holland Publishing Company 1978.
11. F. J. Bueche – “Principles of Physics”, Springer, New York 2002.
12. B.H. Brandsen – “Physics of Atoms and Molecules”, Longman Scientific & Technical, Harlow 1994.
13. W. Demtröder – “Atoms, Molecules and Photons”, Springer Verlag, Berlin 2006.
14. E.W. Mc Daniel – “Atomic Collisions – Electron & Photon Projectiles”, John Wiley & Sons, New York 1989.
15. F.W. Sears, H.D. Young, M.W. Zemansky – “University Physics”, Pearson Addison – Wesley, San Francisco 2004.
16. R.P. Feynman, R. Leighton, M. Sands – “The Feynman Lectures on Physics”, Wesley 2005.

Dodatek A

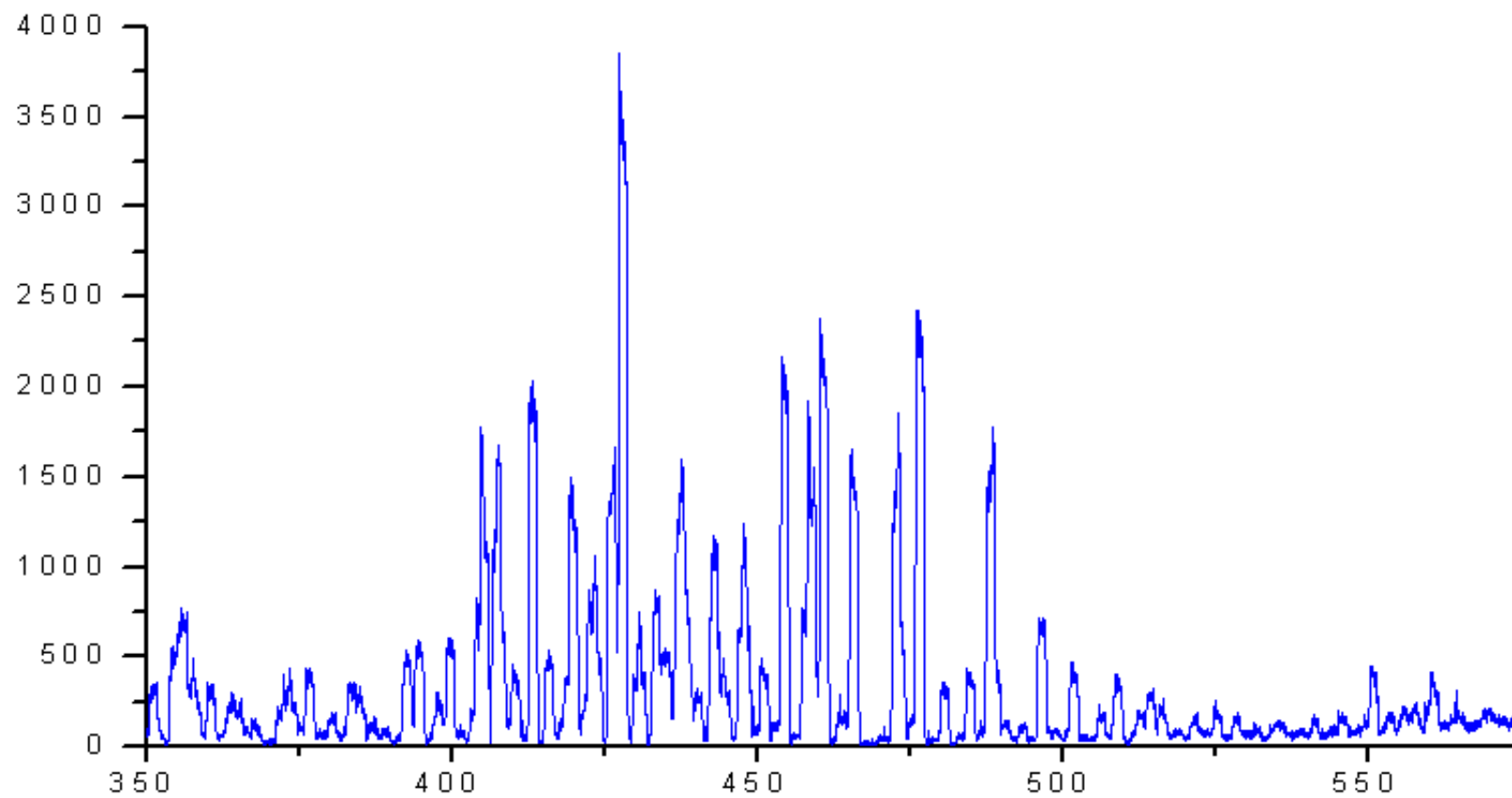
Poziomy i przejścia elektronowe w argonie



Rysunek 4. Schemat poziomów energetycznych i przejść elektronowych w atomie argonu.

Dodatek B

Widmo emisyjne argonu



Rysunek 5. Widmo emisji argonu.