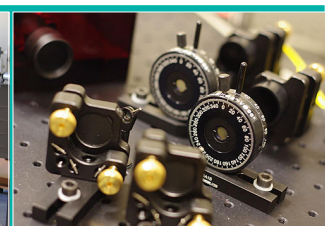
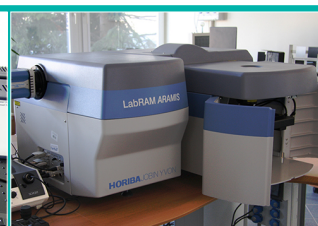


## Ćwiczenie 37

# Określanie położenia i wymiarów metalowego obiektu na podstawie radiogramu

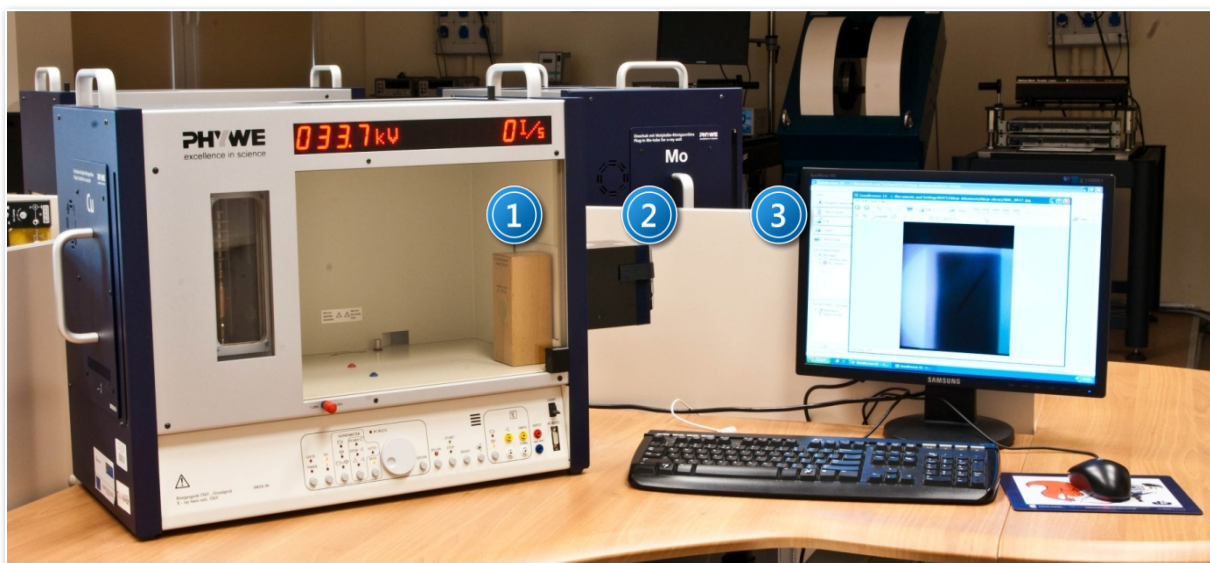


## I. Zagadnienia do opracowania.

1. Otrzymywanie promieniowania rentgenowskiego.
2. Budowa lampy rentgenowskiej.
3. Własności widma rentgenowskiego:
  - a) widmo ciągłe;
  - b) granica krótkofalowa widma;
  - c) widmo charakterystyczne:
    - prawo przesunięć Moseleya;
    - schemat poziomów energetycznych dla miedzi.
4. Prawa absorpcji dla widma rentgenowskiego:
  - a) współczynnik liniowy absorpcji, zasada addytywności dla mieszanin pierwiastków lub związków chemicznych;
  - b) współczynnik absorpcji masy, zależność od długości fali promieniowania padającego (krawędź absorpcji).

## II. Zadania doświadczalne.

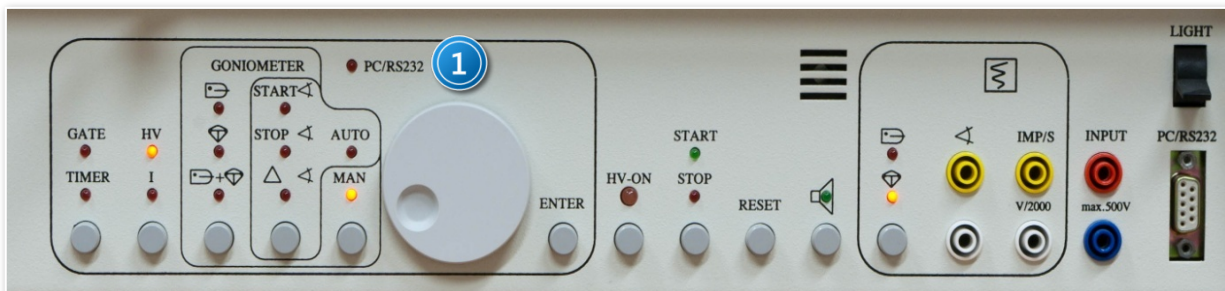
1. Zapoznać się z funkcjami modułu rentgenowskiego widocznego na *Zdjęciu 1*.



Zdjęcie 1. Moduł rentgenowski z komputerem: 1 – fantom; 2 – aparat fotograficzny w osłonie; 3 – zestaw komputerowy.

2. Włączyć moduł rentgenowski (włącznikiem na tylnej ścianie obudowy) oraz komputer.
3. Wykonać zdjęcia drewnianego fantomu.  
W tym celu wykonać następujące czynności:
  - a) Umieścić fantom wewnątrz modułu rentgenowskiego tak, aby metalowy krążek z przodu fantomu skierowany był w kierunku otworu wyjściowego promieniowania a jego tylna ścianka stykała się z ekranem fluorescencyjnym obudowy modułu (patrz *Zdjęcie 1*).
  - b) Aparat fotograficzny umieścić w osłonie okienka umieszczonej na zewnątrz modułu (2 na *Zdjęciu 1*).

- c) Na panelu sterującym modułu rentgenowskiego (patrz Zdjęcie 2) ustawić następujące parametry pomiarowe:
- napięcie anodowe  $U_A = 35 \text{ kV}$ ;
  - prąd anodowy  $I_A = 1 \text{ mA}$ ;
  - czas naświetlania ustawić na 1 minutę.



Zdjęcie 2. Widok panelu sterującego modułem rentgenowskim: 1 – pokrętko wyboru wartości parametrów pomiarów.

Dobór żądanej wartości napięcia  $U_A$  jest realizowany poprzez wciśnięcie przycisku „HV-ON” na płycie czołowej modułu (z lewej strony), ustawienie żądanej wartości pokrętkiem 1 na Zdjęciu 2 oraz zatwierdzeniem wybranej wartości przyciskiem „ENTER”.

Żądaną wartość natężenia prądu  $I_A$  uzyskuje się poprzez zastosowanie analogicznej procedury zaczynając od ponownego wciśnięcia przycisku „HV-ON”.

Wybrane wartości parametrów pomiaru są sygnalizowane diodami LED oraz wyświetlane na cyfrowym wyświetlaczu.

Do ustawiania czasu naświetlania służy przycisk „TIMER”, pokrętko 1 na Zdjęciu 2 oraz przycisk „ENTER” w celu zatwierdzenia wybranej wartości.

4. Uaktywnić przyciskiem „HV-ON” wybrane wartości napięcia i prądu emisyjnego lampy.
5. Uruchomić „START”.
6. Wykonać fotografię.
7. Obrócić fantom o  $\approx 90^\circ$  w płaszczyźnie poziomej i ponownie wykonać zdjęcia postępując jak w punktach II.3.b). – II.5.
8. Na podstawie radiogramów uzyskanych dla obu pozycji fantomu określić położenie i długość metalowego pręcika ukrytego w drewnianej obudowie.
9. Korzystając z rysunków i wzorów w Dodatku obliczyć składowe  $l_x, l_y, l_z$  obiektu widocznego na radiogramie.
10. Podać rzeczywistą długość pręcika (wraz z błędem pomiarowym) oraz określić jego przestrzenne położenie.

### III. Zestaw przyrządów.

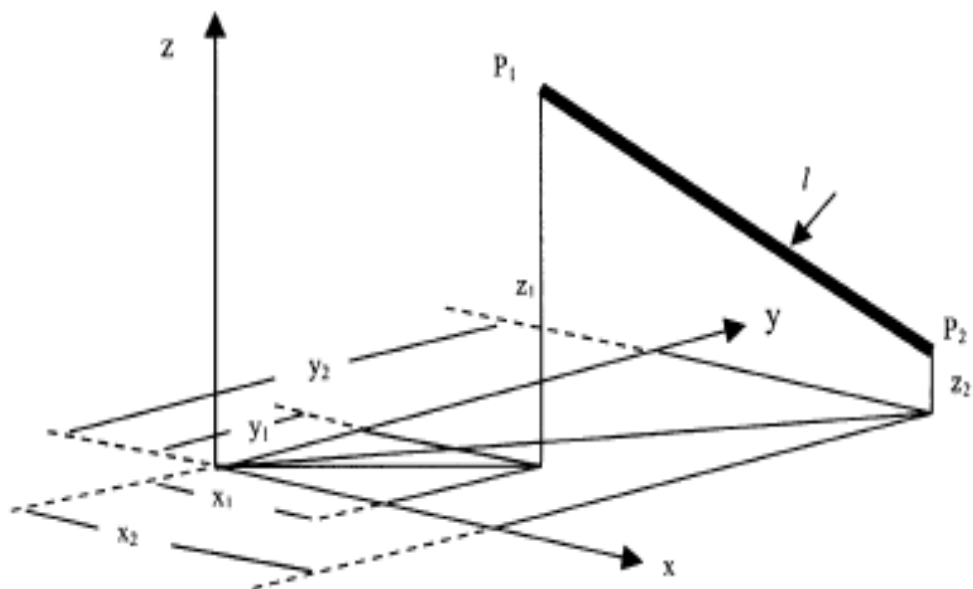
1. Moduł rentgenowski.
2. Aparat fotograficzny.
3. Drewniany fantom.
4. Zestaw komputerowy.

#### IV. Literatura.

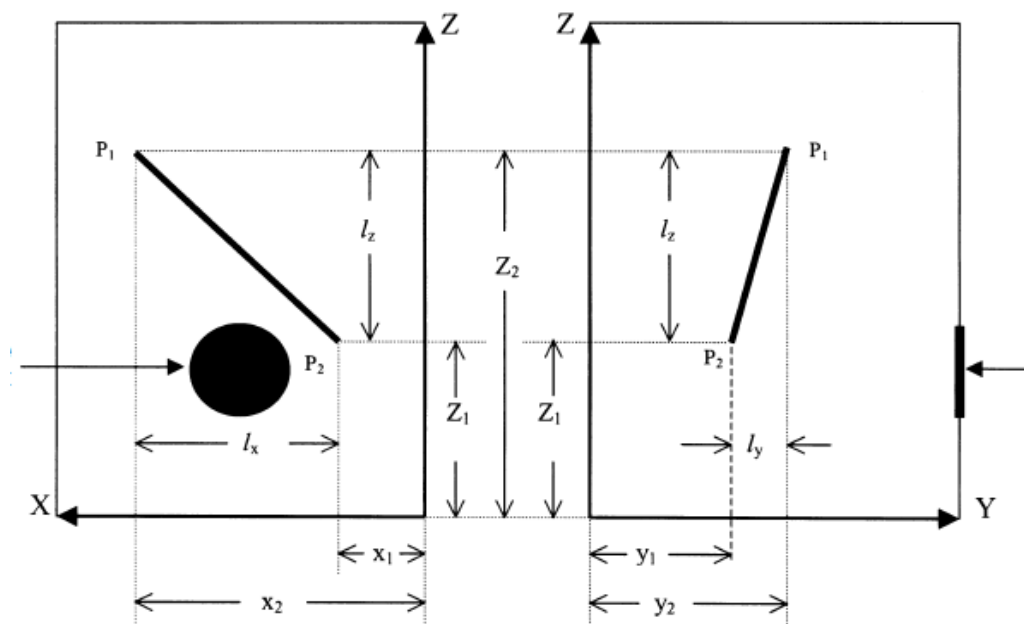
1. D. Halliday, R. Resnick, J. Walker – „Podstawy fizyki”, PWN, Warszawa 2003.
2. S. Szarras – „Budowa ciała stałego”, WNT, Warszawa 1974.
3. Ch. Kittel – „Wstęp do fizyki ciała stałego”, PWN, Warszawa 1999.
4. Cz. Bobrowski – „Fizyka – krótki kurs”, Wydawnictwo Naukowo – Techniczne, 1998.
5. V. Acosta, C.L. Cowan, B.J. Graham – „Podstawy fizyki współczesnej”, PWN, Warszawa 1981.
6. Ch. Kittel – “Introduction to Solid State Physics”, John Wiley & Sons, 2004.
7. G. Burns – “Solid State Physics”, Academic Press, Inc. London 1985.
8. R. Steadman – “Crystallography”, Van Nostrand Reinhold (UK) Co.Ltd., 1982.
9. M.F. Ladd, R.A. Palmer – “Structure Determination by X-Ray Crystallography”, Plenum Press. New York and London 1985.
10. V. Acosta, C.L. Cowan, B.J. Graham – “Essentials of Modern Physics”, Harper & Row, NY 1973.
11. K. Hermbecker – Handbook “Physics X-Ray Experiments”, PHYWE-Series of Publication, 2010.
12. Ch. Hammond – “The Basic of Crystallography and Diffraction”, Oxford Science Publications, Oxford 2009.

## Dodatek

Rysunki i wzory pomocne w opracowaniu radiogramów



Rysunek 3. Współrzędne badanego obiektu – metalowego pręcika w układzie kartezjańskim  $x, y, z$ .



Rysunek 4. Rzut metalowego pręcika na płaszczyznę  $x, z$  (na lewo) i na płaszczyznę  $y, z$  (na prawo).

Długość drutu na otrzymanych fotografiach (zgodnie z *Rysunkami 3 i 4*) ujmuje równanie (1):

$$l = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2} = \sqrt{l_x^2 + l_y^2 + l_z^2} \quad (1)$$

Obliczenie długości rzeczywistej  $l^*$  wymaga uwzględnienia tzw. powiększenia obiektu  $V$ :

$$V = \frac{d^*}{d} \quad (2)$$

gdzie:  $d$  – średnica metalowego krążka na fotografii,

$d^*$  – średnica rzeczywista krążka ,  $d^* = 30,0 \text{ mm}$ .

Na podstawie równań (1) i (2) rzeczywista długość drutu  $l^*$  wynosi:

$$l^* = \frac{l}{V} \quad (3)$$

Położenie przestrzenne obiektu najwygodniej jest określić za pomocą cosinusów kierunkowych zdefiniowanych następująco:

$$\cos \alpha = \frac{l_x}{l}$$

$$\cos \beta = \frac{l_y}{l}$$

$$\cos \gamma = \frac{l_z}{l}$$