



UNIWERSYTET
JAGIELLOŃSKI
W KRAKOWIE

Wydział Fizyki,
Astronomii
i Informatyki
Stosowanej

II Pracownia
Fizyczna

XXIII Studencka Sesja Plakatowa

31.05-04.06.2021

plakat nr

12

autor:
Marta Urbańska

opiekun:
dr
Paweł Dąbczyński

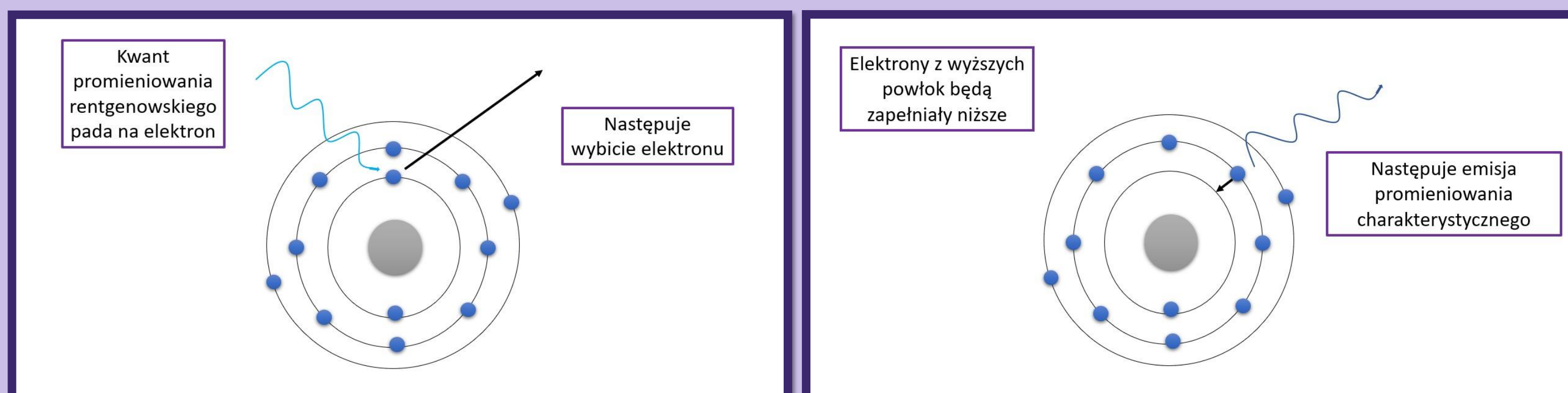
Badanie składu substancji metodą rentgenowskiej spektroskopii fluorescencyjnej XRF

Cel badawczy

Wyznaczenie składu pierwiastkowego skorupki jajek kurzych oraz kamyczka znalezionej w pobliżu Zakrzówek.

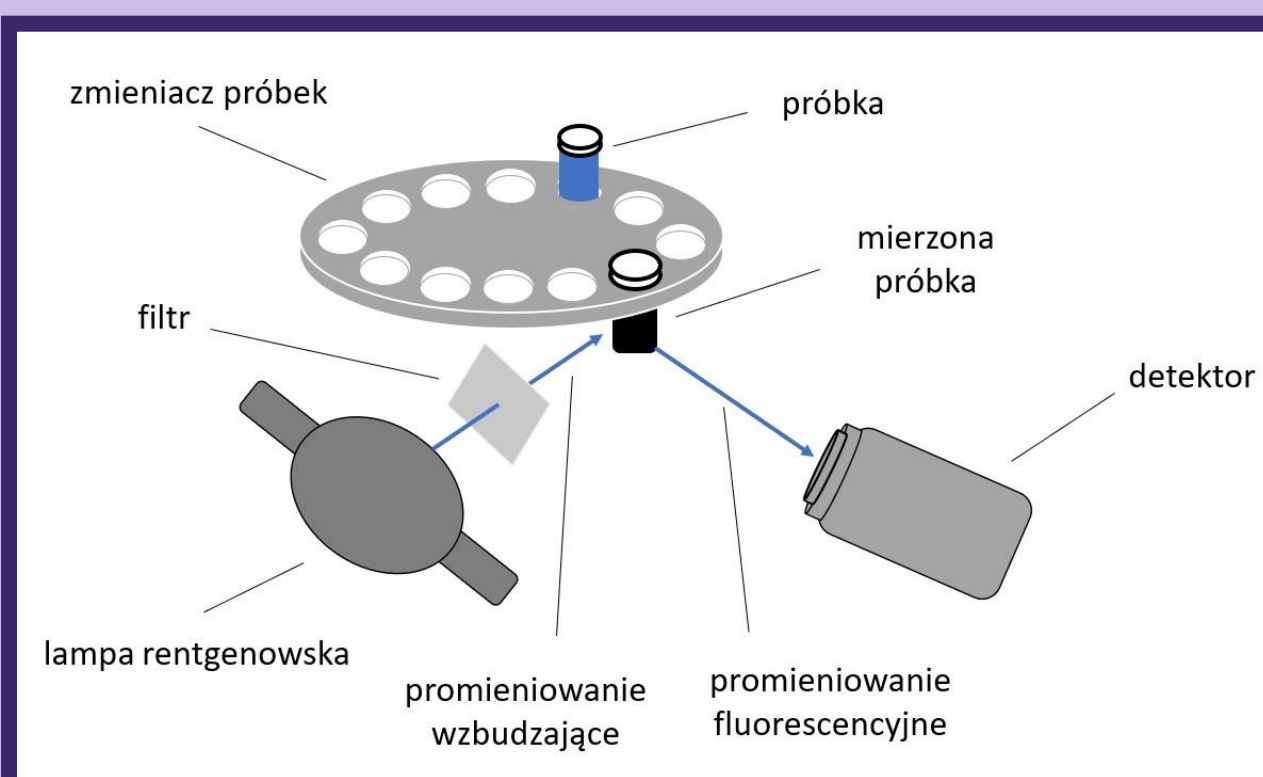
Opis teoretyczny

Rentgenowska spektroskopia fluorescencyjna opiera się na zjawisku wtórnego promieniowania rentgenowskiego, czyli emisji promieniowania fluorescencyjnego (promieniowania o mniejszej energii niż promieniowanie padające) ze wzbudzonych atomów. Promieniowanie rentgenowskie (pochodzące np. z lampy rentgenowskiej), padając na badany materiał, jest w stanie wywołać zjawisko fluorescencji. Foton o odpowiedniej energii wybija elektron, tworząc dziurę, przez co wprowadza atom w stan wzbudzony. W celu osiągnięcia jak najmniejszej energii elektron z powłoki wyższej spada na powłokę niższą, emitując przy tym foton o ściśle określonej energii równej różnicy pomiędzy energiami dwóch powłok – promieniowanie charakterystyczne. W metodzie Energodispersyjnej Fluorescencji Rentgenowskiej, która została użyta w tym doświadczeniu, promieniowanie wtórne zostaje zarejestrowane w funkcji energii i znając energię przejść danych pierwiastków jesteśmy w stanie zidentyfikować jakie pierwiastki znajdują się w badanej próbce poprzez identyfikację odpowiednich pików w zarejestrowanym widmie. Zwykle w widmie znajdują się również artefakty – piki sumy i piki ucieczki. Piki sumy powstaje, gdy dwa fotony zostaną zarejestrowane przez detektor w tym samym czasie. Piki ucieczki powstaje, gdy fotony promieniowania rentgenowskiego wzbudzą fluorescencję materiału z którego zbudowany jest detektor, przez co w widmie będą widoczne maksima pomniejszone o energię fluorescencji tego materiału.



Układ doświadczalny

Podczas przeprowadzania doświadczenia skorzystano ze sterowanego komputerowo spektrometru XRF MiniPal 4 firmy PANalytical, który schematycznie został przedstawiony na rysunku poniżej.



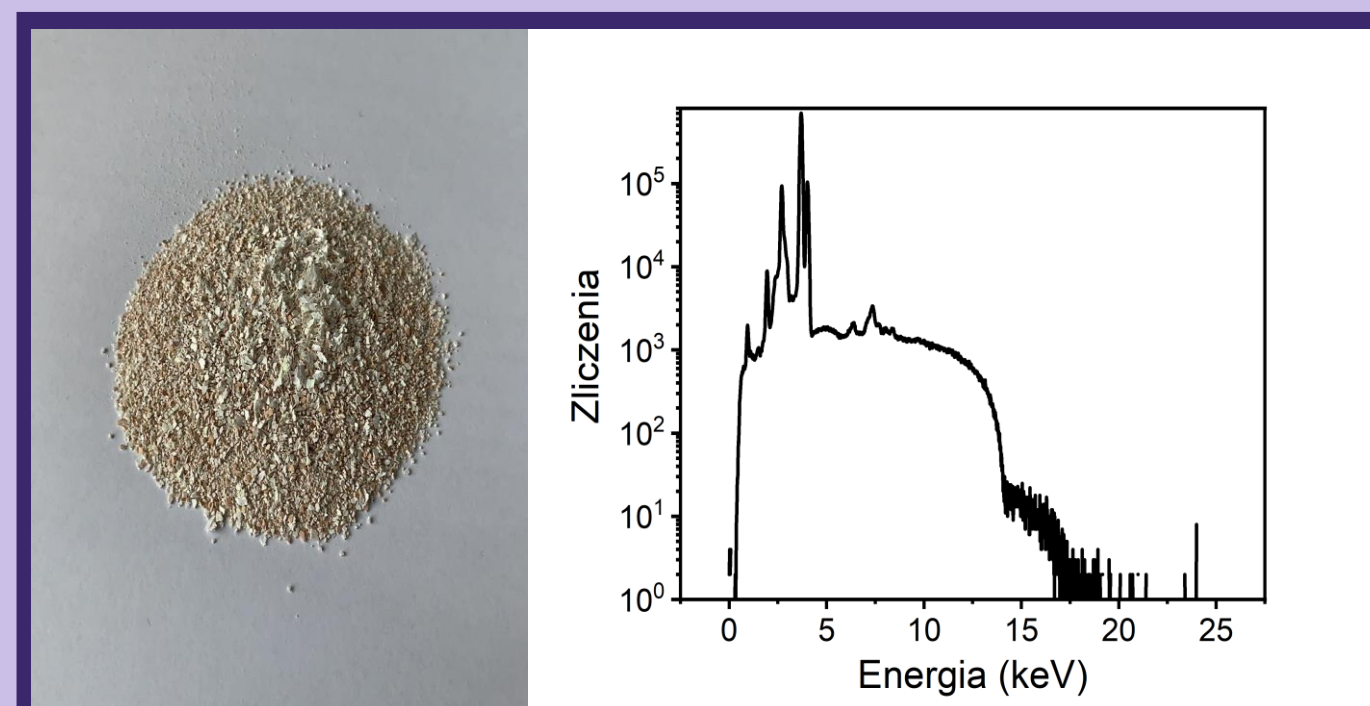
Po zarejestrowaniu kwantów promieniowania fluorescencyjnego za pomocą detektora, ich energia jest mierzona przez analizator wielokanałowy, a uzyskane dane zostają wyświetlone na podłączonym komputerze przy pomocy odpowiedniego oprogramowania.

Opis doświadczenia

Zbadano skorupki jaj kurzych oraz kamień przy pomocy spektrometru, których korzystał z lampy rentgenowskiej o anodzie z rodzaju (Rh) oraz półprzewodnikowego detektora krzemowego (Si). Każdy pomiar trwał 5 minut. Korzystając z X-Ray Data Booklet dokonano identyfikacji rodzajów przejść energetycznych i w efekcie pierwiastków.

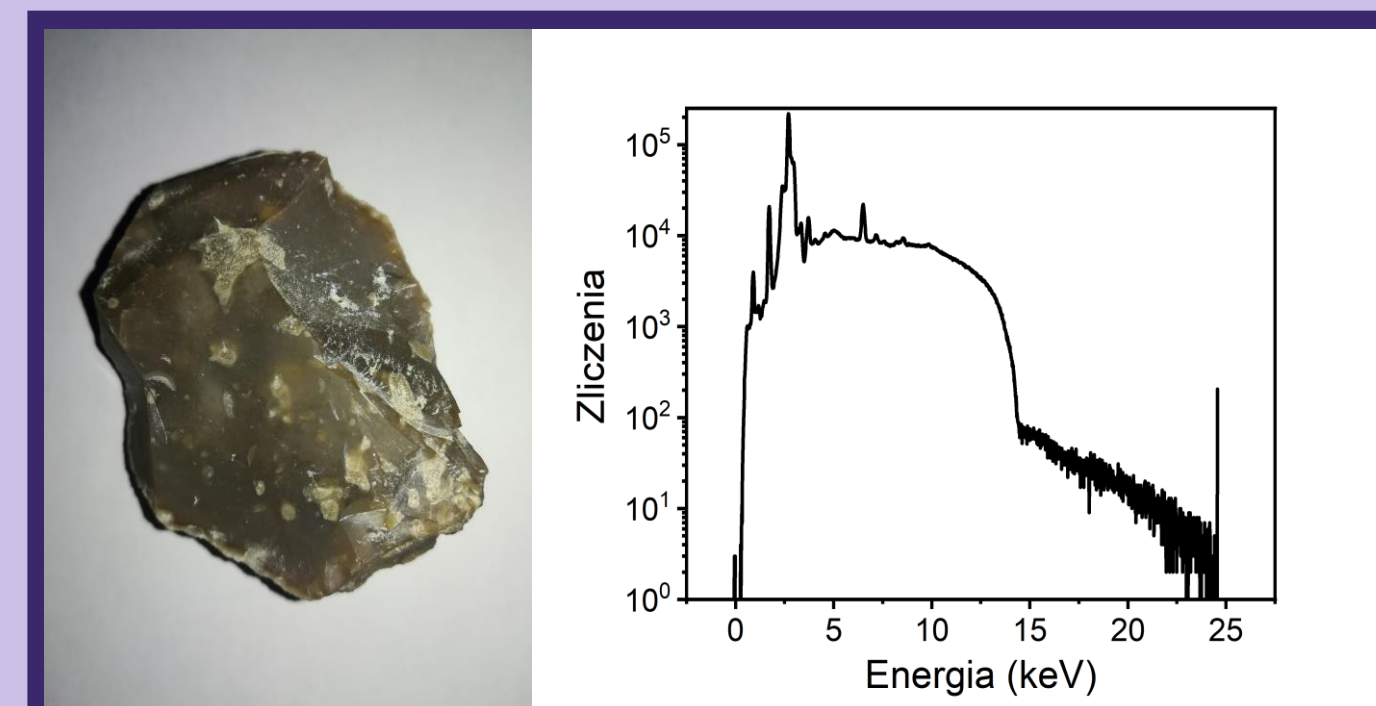
Analiza widm

Skorupki



E(eV)	$\Delta E(eV)$	wartość tablicowa E(eV)	zidentyfikowany pierwiastek	przejście
941,76	0,65	-	Rh	piki ucieczki
1943,88	0,17	-	Ca	piki ucieczki
2395,56	1,96	-	Ca	piki ucieczki
2697,62	0,31	2696,7	Rh	$L\alpha_1$
2808,91	9,90	2834,4	Rh	$L\beta_1$
2923,14	8,29	2955,6	Ar	$K\alpha_2$
3691,21	0,07	3691,7	Ca	$K\alpha_1$
4012,74	0,29	4012,7	Ca	$K\beta_1$
6379,34	2,96	-	Ca i Rh	piki sumy
7175,09	2,74	-	Ca i Ar	piki sumy

Kamień



E(eV)	$\Delta E(eV)$	wartość tablicowa E(eV)	zidentyfikowany pierwiastek	przejście
895,28	0,50	-	Mo	piki ucieczki
1711,27	0,45	1739,4	Si	$K\alpha_2$
2394,93	1,77	2394,8	Mo	$L\beta_1$
2697,93	0,67	2696,7	Rh	$L\alpha_1$
3050,20	5,55	3001,3	Rh	$L\beta_2$
3324,18	1,79	3435,4	Sn	$L\alpha_2$
3707,75	0,56	3662,8	Sn	$L\beta_1$
6497,16	0,37	-	Sn i Mo	piki sumy

Otrzymane dane zamieszczono w powyższych tabelach. W każdym z pomiarów zarejestrowano przejścia rodzaju (Rh), ponieważ z tego materiału była wykonana anoda lampy rentgenowskiej. Widoczne przejścia argonu (Ar) wynikają z faktu, że zanim wiązka promieniowania dotrze do próbki to przechodzi przez powietrze, które zawiera śladowe ilości tego pierwiastka. Dla skorupki zarejestrowano piki pochodzące od wapnia (Ca). Dla kamienia zidentyfikowano molibden (Mo), krzem (Si) oraz cynę (Sn).

Podsumowanie

Udało się zidentyfikować pierwiastki znajdujące się w skorupkach jaj kur oraz kamienia z pobliskiego zalewu Zakrzówek. Potwierdzono, że rentgenowska spektroskopia fluorescencyjna XRF to odpowiednia metoda do badania składu pierwiastkowego substancji. Należy jednak pamiętać, że można zarejestrować jedynie przejścia pochodzące od pierwiastków cięższych niż sód (Na) i lżejszych niż uran (U).

Literatura

- [1] Skrypt Charakterystyka promieniowania molibdenowej lampy rentgenowskiej - www.krystalografia.us.edu.pl/mag/mag4a.pdf (dostęp 12.05.2021 r.)
[2] P. Brouwer, Theory of XRF, Almelo 2003
[3] X-Ray Data Booklet - www.xdb.lbl.gov/xdbr.pdf (dostęp 12.05.2021 r.)