**Nazwa przedmiotu:**

Radiacyjna modyfikacja materiałów

**Koordynator przedmiotu:**

prof. dr hab. Bronisław Słowiński

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Fizyka Techniczna

**Grupa przedmiotów:**

Obieralne

**Kod przedmiotu:**

RMM

**Semestr nominalny:**

7 / rok ak. 2019/2020

**Liczba punktów ECTS:**

2

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:**

-

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:**

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**

**Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:**

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 30h |
| Ćwiczenia:  | 0h |
| Laboratorium:  | 0h |
| Projekt:  | 0h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

W ramach przedmiotów podstawowych programu nauczania dla pierwszych 6 semestrów na Wydziale Fizyki Politechniki Warszawskiej.

**Limit liczby studentów:**

-

**Cel przedmiotu:**

Student nabywa wiedzę o skomplikowanych zjawiskach wywoływanych w różnych i praktycznie ważnych materiałach amorficznych, polikrystalicznych i krystalicznych przez promieniowanie korpuskularne (głównie ciężkie jony) w szerokim zakresie energii, o źródłach takiego promieniowania i o bardzo różnorodnym wykorzystaniu skutków napromienienia materiałów, zapozna się z metodami badania zmiany struktury tych materiałów, nauczy się studiować odnośną literaturę naukową i prezentować osiągnięcia w tej dziedzinie.

**Treści kształcenia:**

Motywacja
 Coraz więcej skomplikowanych urządzeń działa w warunkach intensywnej i/lub długo trwającej radiacji różnego rodzaju, przy czym materiały aktywne tych urządzeń powinny zachowywać odpowiednie właściwości: elektryczne, optyczne, mechaniczne, termiczne itp. Działaniem promieniowania na rozmaite materiały można również uzyskać pożądane zmiany ich właściwości. W szczególności, jeśli np. zmiany te są odwracalne, a dana cecha materiału (termorezystancja, przezroczystość itp.) jest dostatecznie czuła na rodzaj, dozę i energię promieniowania, to może on być wykorzystany jako detektor tego promieniowania. Celem wykładu jest zaznajomienie studentów z różnorodnymi możliwościami radiacyjnej fizyki materiałowej.
Program
1. Rodzaje, właściwości i źródła promieniowania.
2. Oddziaływania szybkich jonów w ośrodkach amorficznych, polikrystalicznych i krystalicznych: kinematyka zderzeń jonów swobodnych i związanych, potencjały oddziaływania pomiędzy jonami, przekroje czynne, straty energii, uszkodzenia radiacyjne, kanałowanie, rozpraszanie wsteczne, zasięgi jonów w różnych ośrodkach, depozycja masy, depozycja energii, depozycja uszkodzeń radiacyjnych. Programy komputerowe modelujące zjawiska radiacyjne w ośrodkach gęstych (EDEP, TRIM, CD98). Właściwości materiałów poddanych dużym dozom napromieniowania: puchnięcie i kruszenie. Pochłanianie promieniowania przez materiały, osłony radiacyjne.
 3. Implantacja jonów. Aparatura doświadczalna stosowana do badania lub/i modyfikacji właściwości materiałów: implantatory, cyklotrony.
 4. Metody badania warstw implantowanych: spektrometria rozpraszania wstecznego, emisja promieniowania gamma, metody aktywacyjne.
 5. Procesy poimplantacyjne w materiałach: dyfuzja, rekrystalizacja.
 6. Zastosowania implantacji jonów: wytwarzanie materiałów półprzewodnikowych i obwodów scalonych, obróbka powierzchni materiałów (utwardzanie, pasywacja), modyfikacja właściwości elektrycznych, magnetycznych i optycznych różnych materiałów, wytwarzanie cienkich warstw, wygładzanie powierzchni, filtry jądrowe (produkcja, własności i zastosowanie), badanie odporności na promieniowanie różnych materiałów.

**Metody oceny:**

I. Obecność na wszystkich wykładach oraz przedstawienie co najmniej jednej prezentacji w oparciu o zaproponowaną pozycję literatury bieżącej jest równoważne ocenie bardzo dobrej. Jeśli liczba studentów jest niewielka (do 15 osób), to przewiduje się przedstawienie dwóch takich prezentacji dla każdego studenta.
II. W pozostałych przypadkach przewidziany jest sprawdzian w oparciu o zestaw 50 uprzednio udostępnionych pytań (ta liczba może ulegać zwiększeniu, ponieważ przedmiot musi nadążać za rozwojem danej dziedziny wiedzy), spośród których student wybiera 5 losowo zestawionych pytań. Kryteria oceny: poprawna i wyczerpująca odpowiedź na jedno pytanie – 2 punkty; bezbłędna, ale niewyczerpująca odpowiedź – 1 punkt, w pozostałych przypadkach – 0 punktów. Maksymalna liczba punktów wynosi 10 i jest równoważna ocenie bardzo dobrej. Dalej, odpowiednio: 9 punktów – ocena 4,5; 8 punktów – 4,0; 7 punktów – 3,5; 6 i 5 punktów – ocena 3,0; poniżej 5 punktów – ocena 2.

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

1. Chr. Lehmann Introduction of Radiation with Solids and Elementary Defect Production. North-Holland Publishing Company. Amsterdam. New York. Oxford. 1977.
2. W. Rosiński Wybrane zastosowania implantacji jonów w nauce i technice. Wydawnictwo PAN. 1978.
3. B.Słowiński. Zjawiska radiacyjne w materiałach. Wersja elektroniczna. Warszawa, 2005.
3. В.С.Барашенков Новые професии тяжёлых ионов. Москва, Атомиздат 1977.
4. J. Martan Modelowanie rozkładów koncentracji implantowanych jonów w ciele stałym. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej. Wrocław, 1997.
5. Ziegler J.F., Biersac J.P. SRIM-2008, cf. http://www.srim.org.
6. LET code. http://www.tvdg.bnl.gov
7. P.L.Grande and G.Schiwietz. NIMB 153 (1999)1. (CASPcode)
8. P.Sigmund, A.Schinner. NIMB 195(2002)64. (PASS code)
9. B.H.Flowers, E.Mendoza. Properties of Matter. John Wiley&Sons Ltd. London, New York, Sydney, Toronto.1970.
10. Bieżąca literatura naukowa: artykuły, materiały konferencyjne.
11. High Energy Ion Beam Analysis of Solids. Ed. By G.Götz & K.Gärtner. Akadmie-Verlag Berlin 1988.

**Witryna www przedmiotu:**

-

**Uwagi:**

## Efekty przedmiotowe