

POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2015/2016

Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej

Kierunek studiów: Technologia Chemiczna

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: T

Stopień studiów: II

Specjalności: Lekka Technologia Organiczna

1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	IPS2015_Fotowoltaika
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	Photovoltaics
KOD PRZEDMIOTU	WITCh TCH oIIS D23 15/16
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty specjalnościowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	4.00
SEMESTRY	2

2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

SEMESTR	WYKŁADY	ĆWICZENIA	LABORATORIUM	LABORATORIUM KOMPUTERO- WE	PROJEKT	SEMINARIUM
2	0	0	30	0	0	15

3 CELE PRZEDMIOTU

Cel 1 Przekazanie najnowszej wiedzy na temat możliwości pozyskiwania energii z odnawialnego źródła, jakim jest słońce przy wykorzystaniu ogniw fotowoltaicznych.

Cel 2 Przekazanie wiedzy na temat budowy, zasady działania oraz technologii wytwarzania nowoczesnych struktur fotowoltaicznych

Cel 3 Zbadanie parametrów wytworzonych ogniw oraz analiza charakterystyk prądowo-napięciowych.

4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Podstawowa wiedza na temat działania ogniwa słonecznego.

5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

EK1 Wiedza Ma poszerzoną i pogłębianą wiedzę w zakresie fizyki ciała stałego w tym wiedzę niezbędną do zrozumienia zjawisk fizycznych mających istotny wpływ na właściwości nowych materiałów wykorzystywanych do budowy struktur fotowoltaicznych.

EK2 Wiedza Ma pogłębianą i uporządkowaną wiedzę w zakresie procesów wytwarzania elementów elektronicznych w tym struktur fotowoltaicznych oraz wpływu tych procesów na parametry konstrukcyjne użytkowe wytwarzanych struktur. Ma wiedzę o trendach rozwojowych i najnowszych osiągnięciach w zakresie technik wytwarzania struktur fotowoltaicznych

EK3 Umiejętności Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych i innych źródeł.

EK4 Umiejętności Potrafi ocenić i porównać procesy wytwarzania struktur fotowoltaicznych pod względem ekonomicznym i użytkowym.

EK5 Umiejętności Potrafi ocenić przydatność i możliwość wykorzystania nowych osiągnięć w zakresie materiałów i metod wytwarzania. Rozumie potrzebę formułowania i przekazywania społeczeństwu informacji i opinii dotyczących zagadnień związanych z rozwojem fotowoltaiki systemów fotowoltaicznych. Podejmuje starania aby przekazywać informacje na temat zalet pozyskiwania energii z wykorzystaniem systemów fotowoltaicznych nowej generacji.

EK6 Umiejętności Potrafi zbadać ogniwo słoneczne z wykorzystaniem symulatora słonecznego oraz przeanalizować charakterystykę prądowo-napięciową.

6 TREŚCI PROGRAMOWE

SEMINARIUM		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
S1	Promieniowanie optyczne. Jednostki świetlne i energetyczne promieniowania. Własności promieniowania słonecznego. Oddziaływanie fotonów z ciałem stałym.	3
S2	Budowa, zasada działania i podstawowe właściwości ogniw słonecznych. Zjawiska zachodzące w złączu p-i-n. Mechanizm przetwarzania energii promieniowania elektromagnetycznego w użyteczną energię elektryczną.	5
S3	Charakterystyki prądowo-napięciowe nie oświetlonego i oświetlonego złącza p-i-n. Parametry struktur fotowoltaicznych określone z wykorzystaniem charakterystyk prądowo-napięciowych. Wpływ napromieniowania i temperatury na pracę ogniwa	5
S4	Technologie wytwarzania perowskitowych struktur fotowoltaicznych.	2

LABORATORIUM		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
L1	Szkolenie BHP oraz zapoznanie z regulaminem pracy w laboratorium. Szkolenie stanowiskowe	3
L2	Techniki wytwarzania perowskitowych struktur fotowoltaicznych (przygotowywanie powierzchni podłoża, wytwarzanie warstwy typu n, absorbującej oraz typu p, wytwarzanie warstw kontaktowych)	7
L3	Charakteryzacja wytworzonej struktury fotowoltaicznej (pomiarów parametrów wytworzonych warstw dyfuzyjnych głębokości położenia złącza, rezystancji powierzchniowej).	10
L4	Wyznaczanie parametrów ogniwa z wykorzystaniem charakterystyk prądowo-napięciowych struktur fotowoltaicznych	10

7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Narzędzia wzrokowe (tablica, rzutnik, rysunki)

N2 Narzędzia automatyzujące (komputer, programy do obróbki wykresów oraz badania ogniw słonecznych)

N3 Sprzęt będący na wyposażeniu laboratorium firmy

8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

FORMA AKTYWNOŚCI	ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI
Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:	
Godziny wynikające z planu studiów	45
Konsultacje przedmiotowe	5
Egzaminy i zaliczenia w sesji	1
Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	10
Opracowanie wyników	10
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	5
SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA	76
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	4.00

9 SPOSOBY OCENY

OCENA FORMUJĄCA

F1 Zaliczenie prac praktycznych

F2 odpowiedź ustna

OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 średnia z ocen formujących

WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

W1 uzyskanie pozytywnej oceny podsumowującej

W2 wykonanie założonych prac eksperymentalnych

KRYTERIA OCENY

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	
NA OCENĘ 2.0	Student nie posiada wiedzy w zakresie fizyki ciała stałego w tym wiedzę niezbędną do zrozumienia zjawisk fizycznych mających istotny wpływ na właściwości nowych materiałów wykorzystywanych do budowy struktur fotowoltaicznych.
NA OCENĘ 3.0	Student posiada podstawową wiedzę w zakresie fizyki ciała stałego w tym wiedzę niezbędną do zrozumienia zjawisk fizycznych mających istotny wpływ na właściwości nowych materiałów wykorzystywanych do budowy struktur fotowoltaicznych.
NA OCENĘ 3.5	Student posiada pogłębioną wiedzę w zakresie fizyki ciała stałego w tym wiedzę niezbędną do zrozumienia zjawisk fizycznych mających istotny wpływ na właściwości nowych materiałów wykorzystywanych do budowy struktur fotowoltaicznych.
NA OCENĘ 4.0	Student posiada poszerzoną i pogłębioną wiedzę w zakresie fizyki ciała stałego w tym wiedzę niezbędną do zrozumienia zjawisk fizycznych mających istotny wpływ na właściwości nowych materiałów wykorzystywanych do budowy struktur fotowoltaicznych.
NA OCENĘ 4.5	Student posiada poszerzoną i pogłębioną wiedzę w zakresie fizyki ciała stałego oraz rozumie zjawiska fizyczne mające istotny wpływ na właściwości nowych materiałów wykorzystywanych do budowy struktur fotowoltaicznych.
NA OCENĘ 5.0	Student posiada poszerzoną i pogłębioną wiedzę w zakresie fizyki ciała stałego oraz rozumie zjawiska fizyczne mające istotny wpływ na właściwości nowych materiałów wykorzystywanych do budowy struktur fotowoltaicznych oraz potrafi ją przekazać innym współpracownikom.
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	

NA OCENĘ 3.0	Student posiada podstawową wiedzę w zakresie procesów wytwarzania elementów elektronicznych w tym struktur fotowoltaicznych oraz wpływu tych procesów na parametry konstrukcyjne użytkowe wytwarzanych struktur. Ma wiedzę o trendach rozwojowych i najnowszych osiągnięciach w zakresie technik wytwarzania struktur fotowoltaicznych
NA OCENĘ 4.0	Student posiada pogłębioną wiedzę w zakresie procesów wytwarzania elementów elektronicznych w tym struktur fotowoltaicznych oraz wpływu tych procesów na parametry konstrukcyjne użytkowe wytwarzanych struktur. Ma wiedzę o trendach rozwojowych i najnowszych osiągnięciach w zakresie technik wytwarzania struktur fotowoltaicznych
NA OCENĘ 5.0	Student posiada pogłębioną i poszerzoną wiedzę w zakresie procesów wytwarzania elementów elektronicznych w tym struktur fotowoltaicznych oraz wpływu tych procesów na parametry konstrukcyjne użytkowe wytwarzanych struktur. Ma wiedzę o trendach rozwojowych i najnowszych osiągnięciach w zakresie technik wytwarzania struktur fotowoltaicznych oraz potrafi ją przekazać innym współpracownikom.
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 3.0	Student potrafi pozyskiwać informacje dotyczące podstawowych parametrów procesów z publikacji i prac naukowych korzystając ze źródeł internetowych.
NA OCENĘ 4.0	Student potrafi pozyskiwać informacje dotyczące wszystkich parametrów procesów z publikacji, patentów i prac naukowych korzystając ze źródeł internetowych.
NA OCENĘ 5.0	Student potrafi pozyskiwać informacje dotyczące wszystkich parametrów procesów z publikacji, patentów i prac naukowych korzystając ze źródeł internetowych oraz szczegółowo je przeanalizować. Potrafi wykorzystać uzyskane informacje do ulepszenia procesów.
EFEKT KSZTAŁCENIA 4	
NA OCENĘ 3.0	Student potrafi ocenić i porównać procesy wytwarzania struktur fotowoltaicznych pod względem użytkowym.
NA OCENĘ 4.0	Student potrafi ocenić i porównać procesy wytwarzania struktur fotowoltaicznych pod względem ekonomicznym i użytkowym.
NA OCENĘ 5.0	Student potrafi ocenić i porównać procesy wytwarzania struktur fotowoltaicznych pod względem ekonomicznym i użytkowym. Potrafi wyciągnąć konstruktywne wnioski i zaproponować optymalny proces.
EFEKT KSZTAŁCENIA 5	
NA OCENĘ 3.0	Potrafi ocenić przydatność i możliwość wykorzystania nowych osiągnięć w zakresie materiałów i metod wytwarzania. Rozumie potrzebę formułowania i przekazywania społeczeństwu informacji i opinii dotyczących zagadnień związanych z rozwojem fotowoltaiki systemów fotowoltaicznych.

NA OCENĘ 4.0	Potrafi ocenić przydatność i możliwość wykorzystania nowych osiągnięć w zakresie materiałów i metod wytwarzania. Rozumie potrzebę formułowania i przekazywania społeczeństwu informacji i opinii dotyczących zagadnień związanych z rozwojem fotowoltaiki systemów fotowoltaicznych oraz potrafi je formułować w formie prezentacji, artykułów naukowych.
NA OCENĘ 5.0	Potrafi ocenić przydatność i możliwość wykorzystania nowych osiągnięć w zakresie materiałów i metod wytwarzania. Rozumie potrzebę formułowania i przekazywania społeczeństwu informacji i opinii dotyczących zagadnień związanych z rozwojem fotowoltaiki systemów fotowoltaicznych oraz potrafi je formułować w formie prezentacji, artykułów naukowych. Podejmuje starania aby przekazywać informacje na temat zalet pozyskiwania energii z wykorzystaniem systemów fotowoltaicznych nowej generacji.
EFEKT KSZTAŁCENIA 6	
NA OCENĘ 3.0	Potrafi zbadać ogniwo słoneczne z wykorzystaniem symulatora słonecznego oraz wygenerować charakterystykę prądowo-napięciową.
NA OCENĘ 4.0	Potrafi zbadać ogniwo słoneczne z wykorzystaniem symulatora słonecznego oraz wygenerować i przeanalizować charakterystykę prądowo-napięciową.
NA OCENĘ 5.0	Potrafi zbadać ogniwo słoneczne z wykorzystaniem symulatora słonecznego oraz wygenerować i przeanalizować charakterystykę prądowo-napięciową. Wyciąga wnioski, potrafi zaobserwować i wytłumaczyć zjawiska fizyczne wpływające na kształt krzywej I-V.

10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK1		Cel 1	S1 S2	N1 N2	F2 P1
EK2		Cel 1	S1 S2	N1 N2	F2 P1
EK3		Cel 1	S1 S2 S3 S4	N2	F2 P1
EK4		Cel 1 Cel 2	S1 S2 S3	N1 N2	F2 P1
EK5		Cel 1 Cel 2	S1 S2 S3 S4	N1 N2	F2 P1
EK6		Cel 3	S3 L1 L2 L3 L4	N1 N2 N3	F1 F2 P1

11 WYKAZ LITERATURY

LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | Jarzębski Z. — *Energia słoneczna, konwersja fotowoltaiczna*, Warszawa, 1990, PWN
- [2] | Rodacki T. — *Przetwarzanie energii w elektrowniach słonecznych*, Gliwice, 2000, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej
- [3] | Sze S.M. — *Physics of semiconductor devices*, New York, 1985, John Wiley & Sons
- [4] | Markvart T. — *Solar Cells: Materials, Manufacture and Operation*, Amsterdam, 2006, ELSEVIER

12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr Elżbieta Obara (kontakt: ela.obara@sauletech.com)

OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr Elżbieta Obara (kontakt: ela.obara@sauletech.com)

2 mgr Olga Malinkiewicz (kontakt: olga@sauletech.com)

13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....
.....