

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2023/2024

Wydział Inżynierii Materiałowej i Fizyki

Kierunek studiów: Fizyka Techniczna w Języku Angielskim

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: FTja

Stopień studiów: II

Specjalności: Computer modelling (modelowanie komputerowe w języku angielskim)

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Introduction to ellipsometry
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	Introduction to ellipsometry
KOD PRZEDMIOTU	WIMiF FTJA oHS F9 23/24
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty wybieralne
LICZBA PUNKTÓW ECTS	3.00
SEMESTRY	1

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

SEMESTR	WYKŁAD	ĆWICZENIA	LABORATORIUM	LABORATORIUM KOMPUTERO- WE	SEMINARIUM	PROJEKT
1	30	0	0	15	0	15

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Cel przedmiotu 1 Target 1: To present and teach students principles of interactions of the light with the matter

**Cel 2** Cel przedmiotu 2 Target 2: To present and teach students principles of ellipsometry modeling of thin films.

**Cel 3** Cel przedmiotu 3 Target 3: To present and teach students practical tools of constructing models in the Woolam company software.

**Cel 4** Cel przedmiotu 4 Target 4: To present and teach students analysis of the investigated surfaces.

**Cel 5** Cel przedmiotu 5 To present newest scientific and technological achievements obtained by means of ellipsometry technique.

## 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Wymaganie 1 Skills and Competences Knowledge on mathematics and physics at the level of first grade university studies

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Efekt kształcenia 1 Student has advanced and extensive knowledge of physics on the light interaction with matter, principles of ellipsometry and optical models of different thin films

**EK2 Wiedza** Efekt kształcenia 2 Student has advanced and extensive knowledge of modelling of dielectric properties of different materials.

**EK3 Umiejętności** Efekt kształcenia 3 Student has advanced knowledge of the Woolam software and can create own ellipsometric model of a single layer thin film

**EK4 Kompetencje społeczne** Efekt kształcenia 4 K\_K01 Student is able to study and broaden knowledge also including elements of other engineering and non-engineering faculties, can conduct creative seminars and training courses, is able to help co-workers by indicating reliable sources of technical information P7U\_K

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>W1</b>	<p>Treści programowe 1 1. What is ellipsometry? The beginnings of the method and technology of measurements. 2. Applications of ellipsometry to nanotechnology examples of recent achievements. 3. Description of lighth (and, in general, of electromagnetic waves-elm) Introduction of Maxwell equations.4. Interaction of the elm wave with a dipol. Oscillations of the dipol and emission of a new wave. Derivation of the electric field generating by an oscillating dipol.4. 5. Light emission from the plate of dipols. Fasor method. 6. Lighth propagation in a medium with nonuniform refraction index. 7. Law of lighth absorption and Snell law. 8. Polarisation of the light wave. s- and -p polarisations. 9. Jones formalism in description of polarisation states.10. What is birefringence. 11. Fresnel description (equations) for the transmission and reflection for a substrate derivation of the transimssion and reflection amplitudes for s- and p-polarisations.12. Fresnel equations descrbing one thin layer with possibility of multiple interference. 13. Principles of ellipsometry. 14. Jones matriceces of optical elements. Stokes parameters. Mueller matrices. Generalized ellipsometry.15. Modelling of dielectric properties of different materials. 16. Solving equations for the Lorentz oscilator. Tauc-Lorentz modification. Cauchu and Cauchy- Sellmeier model. 17. Drude model for conducting materials.18. Condesor with dielectric. Dielectric with the cavity. Calculation of the Lorentz cavity field. 12. Claussius - Mossotti relation - derivation. 13. Maxwell Garnet model classical case. 14. Maxwell Garnet model for a conducting polymer. 15. EMA model. Brugmann Effective Medium Approximation. 16. Models based on the capacitor connections. 17. Predicting and control optical indexes. 18. Applications of the above models to the air - substrate interface. 19. Definition of roughness and influence of roughness on the ellipso metric modelling. 20. How to model anisotropic materials - basic information. Birefringence and index ellipsoid. Berreman's equation. 21. How to use the modeling program of Woolam (CompleteEase).22. Types of data provided by the typical CompleteEase measurement. 23. Constructing a model for one layer on a substrate. Examples: Model of a silicon with thin layer of silica. Model of nonuniform material with conducting ability a thin layer of ITO on the glass. A thick layer properties. 24. Types of ellipsometry, advantages and disadvantages. Laser ellipsometry, generalized ellipsometry (GE) 25. Examples of the ellipsometry results from recent literataure.</p>	30

LABORATORIUM KOMPUTEROWE		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>K1</b>	<p>Treści programowe 1 Getinhg acquainted with CompleteEase. Manipulating the input and output data.Constructing models. Parametrization of the dielectric properties. Comaprison of the results of different Effective Medium Theories.</p>	15

PROJEKT		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN

PROJEKT		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>P1</b>	Treści programowe 1 A dielectric model of different substrates like silicon or glass. A single layer model of nonabsorbing material. ITO conductive layer model. Thin organic layer example. Establishing thermal properties of the material. Other examples.	15

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Narzędzie 1 Lectures

**N2** Narzędzie 2 Computer laboratory

**N3** Narzędzie 3 Individual Project

**N4** Narzędzie 4 Group discussion

**N5** Narzędzie 5 Consultation

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

FORMA AKTYWNOŚCI	ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI
<b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>	
Godziny wynikające z planu studiów	60
Konsultacje przedmiotowe	15
Egzaminy i zaliczenia w sesji	5
<b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b>	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	15
Opracowanie wyników	15
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	15
<b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>	<b>125</b>
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	3.00

## 9 SPOSOBY OCENY

**OCENA FORMUJĄCA**

**F1** Ocena 1 Lecture attendance

**F2** Ocena 2 Active work during computer laboratory

**F3** Ocena 3 Repoport on the individual project

**F4** Ocena 4 Exam results

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

**P1** Ocena 1 All partial notes needed as positive. Average of the all partial elements.

### WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

**W1** Ocena 1

**W2** Ocena 2

### KRYTERIA OCENY

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	
NA OCENĘ 2.0	Student has poor knowledge of the studied subject,, less than 50%
NA OCENĘ 3.0	Student has knowledge of the studied subject, more than 50% less than 60%.
NA OCENĘ 3.5	Student has knowledge of the studied subject, more than 60%.less than 70%
NA OCENĘ 4.0	Student has knowledge of the studied subject, more than 70%.less than 80%
NA OCENĘ 4.5	Student has knowledge of the studied subject, more than 80%. less than 95%
NA OCENĘ 5.0	Student has advanced and extensive knowledge of the studied subject, more than 95%.
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 2.0	Student has poor knowledge of the studied subject,, less than 50%
NA OCENĘ 3.0	Student has knowledge of the studied subject, more than 50% less than 60%.
NA OCENĘ 3.5	Student has knowledge of the studied subject, more than 60%.less than 70%
NA OCENĘ 4.0	Student has knowledge of the studied subject, more than 70%.less than 80%
NA OCENĘ 4.5	Student has knowledge of the studied subject, more than 80%. less than 95%
NA OCENĘ 5.0	Student has advanced and extensive knowledge of the studied subject, more than 95%.
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 2.0	Student has not knowledge how to create dielectric models
NA OCENĘ 3.0	Student can create basic models.in CompletEase
NA OCENĘ 3.5	Student can create basic models like Cauchy or Sellmeier. needs help in the case of advanced models. Knows theoretical background of advanced models.

NA OCENĘ 4.0	Student can create all models, some minor errors are acceptable.
NA OCENĘ 4.5	Student can create models but the level is not excellent.
NA OCENĘ 5.0	Student is very skillful in creating models, knows all the type of them and how to use them
EFEKT KSZTAŁCENIA 4	
NA OCENĘ 2.0	Student does not fulfill the required conditions.
NA OCENĘ 3.0	Student fulfills condition at basic level.
NA OCENĘ 3.5	Student fulfills condition more than at basic level, uses foreign literature and can explain the merits of the scientific articles.
NA OCENĘ 4.0	Student fulfills all the conditions mentioned at satisfactory level and takes active part in scientific analysis.
NA OCENĘ 4.5	Student fulfills all the conditions mentioned, some minor shortcomings are acceptable/
NA OCENĘ 5.0	Student fulfills excellently all the conditions mentioned.

## 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 Cel 2 Cel 3 Cel 4 Cel 5	W1 K1 P1	N1 N2 N3 N4 N5	F1 F2 F3 F4 P1
EK2		Cel 1 Cel 2 Cel 3 Cel 4 Cel 5	W1 K1 P1	N1 N2 N3 N4 N5	F1 F2 F3 F4 P1
EK3		Cel 1 Cel 2 Cel 3 Cel 4 Cel 5	W1 K1 P1	N1 N2 N3 N4 N5	F1 F2 F3 F4 P1
EK4		Cel 1 Cel 2 Cel 3 Cel 4 Cel 5	W1 K1 P1	N1 N2 N3 N4 N5	F1 F2 F3

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | Harland Tompkins, James Hilfiker — *Spectroscopic Ellipsometry: Practical Application to Thin Film Characterization (Materials Characterization and Analysis Collection)*, Miejscowość, 2015, Momentum Press
- [2] | Harland Tompkins — *A User's Guide to Ellipsometry (Dover Civil and Mechanical Engineering)*, Dover, 2013, Dover Publications
- [3] | H, Fujiwara — *Spectroscopic Ellipsometry*, Chichester, 2007, Wiley

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr hab. Agnieszka Chrzanowska (kontakt: [agnieszka.chrzanowska@pk.edu.pl](mailto:agnieszka.chrzanowska@pk.edu.pl))

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr hab. Agnieszka Chrzanowska (kontakt: [agnieszka.chrzanowska@pk.edu.pl](mailto:agnieszka.chrzanowska@pk.edu.pl))

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....