

**KARTA KURSU**

Studia stacjonarne I stopnia Fizyka

|                 |                       |
|-----------------|-----------------------|
| Nazwa           | TERMODYNAMIKA         |
| Nazwa w j. ang. | <i>Thermodynamics</i> |

|                 |                                       |  |
|-----------------|---------------------------------------|--|
| Koordynator     | Prof. dr hab.<br>Ryszard J. RADWAŃSKI | Zespół dydaktyczny   |
|                 |                                       | Dr Renata Bujakiewicz-Korońska<br>Dr hab. Irena Jankowska-Sumara |
| Punktacja ECTS* | 3                                     |  |

## Opis kursu (cele kształcenia)

Kurs (15w+15cw) ma na celu zapoznanie studentów z podstawowymi pojęciami i zależnościami termodynamicznymi oraz ich związkami z mikroskopową budową materii. Wypracowanie umiejętności stosowania wprowadzonych pojęć i metod w rozwiązywaniu prostych problemów fizycznych z zakresu termodynamiki klasycznej z wykorzystaniem modeli fizycznych oraz odpowiedniego aparatu matematycznego (rachunku różniczkowego i całkowego funkcji wielu zmiennych). Daje wiadomości teoretyczne i umiejętności do opisu zjawisk i procesów makroskopowych na gruncie termodynamiki fenomenologicznej i fizyki cząsteczkowej.

## Warunki wstępne

|              |                 |
|--------------|-----------------|
| Wiedza       | wiedza z liceum |
| Umiejętności | wiedza z liceum |
| Kursy        | wiedza z liceum |

## Efekty uczenia się

|        | Efekt uczenia się dla kursu  | Odniesienie do efektów kierunkowych |
|--------|--|-------------------------------------|
| Wiedza | W01. Student zna podstawowe pojęcia termodynamiki fenomenologicznej: temperatura, energia wewnętrzna, praca, ciepło, entropia. Student rozróżnia opis makroskopowy i mikroskopowy układu termodynamicznego.  | K_W01, K_W02, K_W03                 |
|        | W02. Student zna zasady termodynamiki i jego wykorzystywać do opisu przemian fazowych.   | K_W01, K_W02, K_W03                 |
|        | W03. Student zna II zasadę termodynamiki i ograniczenia wykorzystania energii cieplnej. Zna pojęcie entropii jako funkcji stanu i jej mikroskopową statystyczną interpretację (teoria Boltzmann).  | K_W01, K_W02, K_W03<br>K_W07        |
|        | W04. Student rozpoznaje i określa makroskopowe cechy materii; zna model gazu doskonałego i różnice względem gazów rzeczywistych; rozumie przemiany fazowe i zna ich mikroskopową interpretację; zna zasady opisu procesów nierównowagowych, przewodnictwa cieplnego, dyfuzji,... | K_W01, K_W02, K_W03<br>K_W07        |

|              | Efekt uczenia się dla kursu  | Odniesienie do efektów kierunkowych                           |
|--------------|--|---|
| Umiejętności | U01. Student zna podstawowe pojęcia termodynamiki fenomenologicznej takie jak np.: temperatura, energia wewnętrzna, praca, ciepło, entropia, potencjały termodynamiczne. Student rozróżnia opis makroskopowy i mikroskopowy układu termodynamicznego.                                      | K_U01, K_U02, K_U03, K_U06, K_U07, K_U08, K_U09, K_U10, K_U11 |
|              | U02. Student umie zasady termodynamiki i je wykorzystywać do opisu przemian fazowych.  | K_U01, K_U02, K_U03, K_U06, K_U08, K_U09, K_U10, K_U11        |
|              | U03. Student umie II zasadę termodynamiki i rozumie ograniczenia wykorzystywania energii cieplnej. Rozumie pojęcie entropii jako funkcji stanu i jej mikroskopową statystyczną interpretację (teoria Boltzmann).   | K_U01, K_U02, K_U03, K_U06, K_U07, K_U08, K_U09, K_U10, K_U11 |
|              | U04. Student umie rozpoznać i omówić makroskopowe cechy materii; zna model gazu doskonałego i zauważa różnice względem gazów rzeczywistych; dostrzega i opisuje przemiany fazowe w różnych procesach fizycznych; rozumie procesy nierównowagowe, przewodnictwo cieplne, dyfuzja, osmozę .. | K_U01, K_U02, K_U03, K_U06, K_U07, K_U08, K_U09, K_U10, K_U11 |

| kompetencje społeczne | Efekt uczenia się dla kursu  | Odniesienie do efektów kierunkowych |
|-----------------------|--|-------------------------------------|
|                       | K01. Student korzysta z różnych źródeł informacji dotyczących termodynamiki w celu podnoszenia poziomu swojej wiedzy i umiejętności.                   | K_K01                               |
|                       | K02. Student posiada nawyk śledzenia na bieżąco aktualnych wydarzeń w technice i fizyce w celu podnoszenia swoich kompetencji zawodowych i osobistych. | K_K02                               |
|                       | K03. Student rozumie konieczność kształcenia przez całe życie.   | K_K03                               |

| Organizacja   |            |                     |  |    |  |   |  |   |  |   |
|---------------|------------|---------------------|--|----|--|---|--|---|--|---|
| Forma zajęć   | Wykład (W) | Ćwiczenia w grupach |  |    |  |   |  |   |  |   |
|               |            | A                   |  | K  |  | L |  | S |  | P |
| Liczba godzin | 15         |                     |  | 15 |  |   |  |   |  |   |
|               |            |                     |  |    |  |   |  |   |  |   |

### Opis metod prowadzenia zajęć

Na zajęciach zwraca się wielką uwagę na dobre zrozumienie przez studentów zagadnień, biorąc pod uwagę ich (w większości) przyszłą pracę w szkole. Podkreśla się różnicę pomiędzy opisem fenomenologicznym a opisem mikroskopowym w skali atomowej. Studenci na ćwiczeniach wykonują dużo konkretnych obliczeń. W ćwiczeniach konwersatoryjnych stosuje się metody aktywizujące: metoda dyskusji dydaktycznej i metoda problemowa.

### Formy sprawdzania efektów kształcenia

|     | E – learning | Gry dydaktyczne | Ćwiczenia w szkole | Zajęcia terenowe | Praca laboratoryjna | Projekt indywidualny | Projekt grupowy | Udział w dyskusji | Referat | Praca pisemna (esej) | Egzamin ustny | Egzamin pisemny | Inne |
|-----|--------------|-----------------|--------------------|------------------|---------------------|----------------------|-----------------|-------------------|---------|----------------------|---------------|-----------------|------|
| W01 |              |                 |                    |                  |                     |                      |                 |                   |         |                      |               |                 | x    |
| W02 |              |                 |                    |                  |                     |                      |                 |                   |         |                      |               |                 | x    |
| W03 |              |                 |                    |                  |                     |                      |                 |                   |         |                      |               |                 | x    |
| W04 |              |                 |                    |                  |                     |                      |                 |                   |         |                      |               |                 |      |
| U01 |              |                 |                    |                  |                     |                      |                 |                   |         |                      |               |                 | x    |
| U02 |              |                 |                    |                  |                     |                      |                 |                   |         |                      |               |                 | x    |
| U03 |              |                 |                    |                  |                     |                      |                 |                   |         |                      |               |                 | x    |
| U04 |              |                 |                    |                  |                     |                      |                 |                   |         |                      |               |                 |      |
| K01 |              |                 |                    |                  |                     |                      |                 |                   |         |                      |               |                 | x    |
| K02 |              |                 |                    |                  |                     |                      |                 |                   |         |                      |               |                 | x    |
| K03 |              |                 |                    |                  |                     |                      |                 |                   |         |                      |               |                 | x    |

|                |  |
|----------------|--|
| Kryteria oceny | <p><b>BARDZO DOBRY</b><br/> Student posiada wiedzę i umiejętności wymienione w punktach W1 – W4 U1 – U4 oraz kompetencje K1 – K3 i wykazuje samodzielność, operatywność i twórcze podejście w ich stosowaniu w procesie edukacyjnym.</p> <p><b>DOBRY</b><br/> Student posiada wiedzę i umiejętności wymienione w punktach W1 – W4, U1 – U4 oraz kompetencje K1 – K3. Wykorzystuje je w procesie edukacyjnym według wskazówek nauczyciela akademickiego.</p> <p><b>DOSTATECZNY</b><br/> Student posiada wiedzę i umiejętności wymienione w punktach W1 – W4, U1 – U4 oraz kompetencje K1 – K3. Stosuje je w procesie edukacyjnym według szczegółowych instrukcji nauczyciela akademickiego.</p> <p><b>NIEDOSTATECZNY</b><br/> Student nie opanował wiedzy wymienionej w punktach W1 – W4 ani nie osiągnął większości wspomnianych umiejętności i kompetencji.</p> |
|----------------|--|

|       |  |
|-------|--|
| Uwagi |  |
|-------|--|

### Treści merytoryczne (wykaz tematów)

1. Termodynamika fenomenologiczna. Temperatura, ciepło i I zasada termodynamiki, ciepło właściwe, Przemiany, ciepła przemiany, Makroskopowe cechy materii a jej mikroskopowa budowa: gaz, ciecz, ciało stałe. Diagram fazowy wody. Mechanizmy przekazywania ciepła.
2. Kinetyczno-molekularna teoria gazów. Równanie gazu doskonałego. Model gazu doskonałego a modele gazów rzeczywistych.
3. Ciśnienie, temperatura i prędkość średnia kwadratowa. - elementy mechaniki statystycznej Rozkład prędkości cząsteczek, Rozkład Maxwella.
4. Molowa ciepła właściwe gazów, stopnie swobody (wodór molekularny H<sub>2</sub>, metan CH<sub>4</sub>,...). Przemiany fazowe i ich mikroskopowa interpretacja. Procesy rzeczywiste i procesy kwazistatyczne. Procesy odwracalne i nieodwracalne.
5. Przemiany; Izoterma a adiabata. Praca wykonywana przez gaz. Sprawność. Entropia i II zasada termodynamiki. Entropia jako funkcja stanu.
6. Statystyczne spojrzenie na entropię. Prawdopodobieństwo i entropia, teoria Boltzmann.
7. Opis makroskopowy i mikroskopowy układu termodynamicznego: parametry makroskopowe, stan równowagi termodynamicznej, pojęcie stanu makroskopowego oraz mikrostanu.
8. Zasady opisu procesów nierównowagowych, przewodnictwo cieplne, dyfuzja, osmoza.

### Wykaz literatury podstawowej

- D. R. Halliday, R. Resnick, J. Walker, Podstawy Fizyki t.2; r. 19-21, PWN 2003  
K. Jezierski, K. Sierański, I. Szlufarska - Repetytorium r. 6 (s131-161) zad  
- Oficyna Wydawnicza SCRIPTA  
K. Sierański, K. Jezierski, B. Kołodka - Fizyka cz. II (s.4-41; zad.4-32)  
- Oficyna Wydawnicza SCRIPTA

### Wykaz literatury uzupełniającej

- S. Szczeniowski, Fizyka Doświadczalna cz.II; PWN

Bilans godzinowy zgodny z CNPS (Całkowity Nakład Pracy Studenta)

|   |  |    |
|---|--|----|
| liczba godzin w kontakcie z prowadzącymi                              | Wykład   | 15 |
|   | Konwersatorium (ćwiczenia, laboratorium itd.)  | 15 |
|   | Pozostałe godziny kontaktu studenta z prowadzącym -<br>- bezpośrednie konsultacje                      | 5  |
| liczba godzin pracy studenta bez kontaktu z prowadzącymi              | Lektura w ramach przygotowania do zajęć  | 10 |
|   | Przygotowanie krótkiej pracy pisemnej lub referatu po zapoznaniu się z niezbędną literaturą przedmiotu | 10 |
|   | Przygotowanie projektu lub prezentacji na podany temat (praca w grupie)                                | 10 |
|   | Przygotowanie do egzaminu/zaliczenia   | 10 |
| Ogółem bilans czasu pracy   |  | 75 |
| Liczba punktów ECTS w zależności od przyjętego przelicznika 1ECTS=25h |  | 3  |