



# Centrum Studiów Zaawansowanych Politechniki Warszawskiej

Pl. Politechniki 1, 00-661 Warszawa, tel./fax +48 22 234 6003 (6002), www.csz.pw.edu.pl



| Uczelniana Oferta Dydaktyczna Centrum Studiów Zaawansowanych PW<br>SYLABUS 2021/2022 |   |
|--|---|
| Nazwa przedmiotu<br>(jęz. polski i angielski)  | Elementy Mechaniki Analitycznej (EMA)<br>Fundamentals of Analytical Mechanics |
| Liczba punktów ECTS  | Proponowana liczba punktów: 3 ECTS  |

| Osoby prowadzące                  | Tytuł naukowy      | Imię i nazwisko    | Katedra / Instytut/<br>Centrum/ Inne         |
|-----------------------------------|--------------------|--------------------|--|
|                                   | Prof. dr hab. inż. | Piotr Przybyłowicz | Instytut Podstaw<br>Budowy Maszyn<br>SiMR PW |
| Osoba odpowiedzialna za przedmiot | j.w.               | j.w.               | j.w.   |

|   |  |
|---|--|
| Semestr studiów   | letni 2021/2022  |
| Typ przedmiotu<br>(możliwości wyboru)<br>obowiązkowy O<br>fakultatywny F                                    | F  |
| Wymagania wstępne   | <ul style="list-style-type: none"><li>podstawy algebry liniowej - elementy rachunku macierzowego (dodawanie, mnożenie, transponowanie, odwracanie macierzy, obliczanie wyznaczników)</li><li>analiza - rachunek różniczkowy i całkowy (równania różniczkowe zwyczajne), rachunek wariacyjny (wariacja synchroniczna, funkcjonał)</li><li>podstawy mechaniki ogólnej (zasady dynamiki Newtona, umiejętność obliczania energii kinetycznej i potencjalnej, pędu i momentu pędu).</li></ul> |
| Poziom przedmiotu<br>Podstawowy P<br>Średniozaawansowany Ś<br>Zaawansowany Z                                | Ś  |
| Charakter zajęć, liczba godzin w semestrze, liczba godzin w tygodniu.<br>1) podać rodzaj prowadzonych zajęć | W-2<br><br>(wykład, dwie godziny w tygodniu,   |

|   |  |
|---|--|
| dla danego przedmiotu: wykłady (W); ćwiczenia (Ć); laboratorium (L); projekt (P)<br>2) podać liczbę godzin w tygodniu np. W - 2; Ć - 2; L - 3; P - 0<br>3) podać liczbę godzin w semestrze np. W - 30; Ć - 30; L - 45; P - 0  | łącznie 30 godzin w semestrze)   |
| <b>Sugerowana liczba godzin pracy własnej</b>   | 45 godzin obejmuje : 30 godzin przygotowywanie się słuchacza do wykładów, 15 – przygotowywanie się słuchacza do egzaminu.  |
| <b>Całkowita liczba godzin:</b>   | 75 godzin  |
| <b>Aspekty międzynarodowe (jeśli są)</b>  | nie  |
| <b>Język wykładowy</b>  | polski   |
| <b>Cel przedmiotu</b>   | Zrozumienie miejsca i roli mechaniki analitycznej jako alternatywnego spojrzenia na zjawiska mechaniki klasycznej. Poznanie matematycznych twierdzeń pozwalających na efektywne formułowanie zadań dynamiki układów mechanicznych. Nabycie umiejętności rozwiązywania złożonych problemów. |
| <b>Treść przedmiotu</b>   |  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wiadomości wstępne, przegląd literatury, krótka historia mechaniki, jej miejsce w naukach ścisłych i najważniejsze postaci, różnice między mechaniką Newtonowską a analityczną.</li> <li>• Więzy, klasyfikacja, przykłady, całkowalność więzów kinematycznych o współczynnikach liniowych, więzy nieholonomiczne.</li> <li>• Determinizm Newtonowski w równaniach Lagrange’a I rodzaju, omówienie równań, przykłady zastosowania do rozwiązywania prostych problemów dynamiki.</li> <li>• Równania Lagrange’a II rodzaju – wyprowadzenie równań z II zasady dynamiki Newtona. Wyznaczanie prawych stron równań (sił uogólnionych) wg definicji . Siły zależne od prędkości, siły żyroskopowe i dyssypatywne.</li> <li>• Zachowanie energii mechanicznej w różnych układach opisanych równaniami Lagrange’a.</li> <li>• Przykłady zastosowania równań Lagrange’a II rodzaju do układania równań ruchu.</li> <li>• Zasady różniczkowe mechaniki analitycznej - zasada d’Alemberta – wprowadzenie, przykład, przypadek szczególny - zasada prac przygotowanych w zagadnieniach statyki. Pojęcie przymusu i zasada Gaussa.</li> <li>• Współrzędne i przestrzeń stanu. Pęd uogólniony. Równania kanoniczne Hamiltona – wyprowadzenie, przykłady.</li> <li>• Zasady całkowite mechaniki analitycznej.</li> <li>• Hamiltonian – definicja i interpretacja. Działanie w sensie Hamiltona jako funkcyjonał, zasada (Hamiltona) minimum działania, przykłady.</li> </ul> |  |
| <b>Spis zalecanych lektur</b>   |  |
| <b>LP.</b>  | <b>Autor, Tytuł, Wydawnictwo,</b>  |
| 1.  | S. Banach, <i>Mechanika II</i> , Instytut Matematyczny PAN, Warszawa-Lwów-Wilno, 1938.   |
| 2.  | R. Gutowski, <i>Mechanika analityczna</i> , PWN, 1971.   |

|    |  |
|----|--|
| 3. | W. Rubinowicz, W. Królikowski, <i>Mechanika teoretyczna</i> , PWN, 2012.   |
| 4. | E. Jarzębowska, <i>Mechanika analityczna</i> , Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2003.   |
| 5. | M. Chaichian, I. Merches, A. Tureanu, <i>Mechanics: An Intensive Course</i> , Springer-Verlag Berlin and Heidelberg GmbH & Co. KG, 2012.                       |
| 6. | P. Przybyłowicz, <i>Elementy mechaniki analitycznej. Układy holonomiczne</i> , CAS Lecture Notes 11, Centrum Studiów Zaawansowanych Politechniki Warszawskiej. |

|  |  |
|--|--|
| <b>Metody oceny</b><br>( ocena,<br>egz. pisemny, egz. ustny,<br>projekt) | ocena wg skali: 3.0 (dostateczny), 3.5 (dość dobry), 4.0 (dobry), 4.5 (bardzo dobry), 5.0 (wyróżniający).<br><br>Ocena wystawiana na podstawie egzaminu pisemnego (90 min. na ostatnich zajęciach) obejmującego kilka pytań teoretycznych i kilka prostych problemów rachunkowych. |
|--|--|

|                        |   |
|------------------------|---|
| <b>Uwagi dodatkowe</b> | Zajęcia odbędą się, jeżeli zapisze się co najmniej 20 osób.<br>Przedmiot może być zaliczony finalnie jedynie oceną. |
|------------------------|---|

**Tabela 1. Efekty kształcenia**

| Numer (symbol)      | Efekty kształcenia słuchacz, który zaliczył przedmiot, potrafi   | Sposób weryfikacji osiągnięcia efektu |
|---------------------|--|---------------------------------------|
| <b>WIEDZA</b>       |  |                                       |
| EMA_W1              | Zna podstawowe pojęcia stosowane w mechanice analitycznej.   | egzamin                               |
| EMA_W2              | Rozumie różnice metodologiczne i formalne pomiędzy analitycznym a Newtonowskim ujęciem mechaniki.  | egzamin                               |
| EMA_W3              | Ma uporządkowaną wiedzę w zakresie podstawowych zasad mechaniki analitycznej.  | egzamin                               |
| <b>UMIEJĘTNOŚCI</b> |  |                                       |
| EMA_U1              | Potrafi klasyfikować więzy i sprowadzać je do postaci geometrycznej w przypadku holonomicznym.   | egzamin                               |
| EMA_U2              | Potrafi poprawnie zidentyfikować liczbę stopni swobody układu mechanicznego.   | egzamin                               |
| EMA_U3              | Umie zastosować równania Lagrange'a I i II rodzaju do rozwiązywania problemów dynamiki układu punktów materialnych.                              | egzamin                               |
| EMA_U4              | Umie wykorzystać zasadę d'Alemberta oraz Gaussa w postawieniu i rozwiązaniu zadania dynamiki.  | egzamin                               |
| EMA_U5              | Potrafi sformułować równania kanoniczne Hamiltona dla układów o jednym stopniu swobody i umie narysować portret fazowy w prostszych przypadkach. | egzamin                               |
| EMA_U6              | Umie obliczyć Hamiltonian układu i na jego podstawie wyprowadzić równanie ruchu.   | egzamin                               |
| <b>KOMPETENCJE</b>  |  |                                       |

| Numer (symbol) | Efekty kształcenia słuchacz, który zaliczył przedmiot, potrafi  | Sposób weryfikacji osiągnięcia efektu |
|----------------|---|---------------------------------------|
| <b>EMA_K1</b>  | Rozumie znaczenie metod stosowanych w mechanice analitycznej jako doskonałego narzędzia dla praktyki inżynierskiej.           | dyskusja na zajęciach                 |
| <b>EMA_K2</b>  | Rozumie sens i głębię pojęć mechaniki analitycznej oraz zdaje sobie sprawę z ich aplikacyjności w różnych dziedzinach fizyki. | dyskusja na zajęciach                 |