

**AGH**AGH UNIVERSITY OF SCIENCE  
AND TECHNOLOGY

Nazwa modułu zajęć:	Mechanika 2				
Rok akademicki:	2019/2020	Kod:	RIMM-1-305-s	Punkty ECTS:	6
Wydział:	Inżynierii Mechanicznej i Robotyki				
Kierunek:	Inżynieria Mechaniczna i Materiałowa	Specjalność:	—		
Poziom studiów:	Studia I stopnia	Forma studiów:	Stacjonarne		
Język wykładowy:	Polski	Profil:	Ogólnoakademicki (A)	Semestr:	3
Strona www:	—				
Prowadzący moduł:	dr hab. inż. Cieplak Grzegorz (cieplak@agh.edu.pl)				

### Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się dla modułu zajęć

Moduł obejmuje problematykę opisu ruchu układów materialnych pod wpływem przyłożonych do nich układów sił. Poczynając od ruchu swobodnego punktu materialnego, aż po ruch ogólny układu ciał sztywnych student nabywa umiejętności formułowania dynamicznych równań ruchu, a w pewnych zakresach umiejętności ich ścisłego rozwiązywania. Szczególny nacisk w tym zakresie kładzie się na umiejętność uwalniania złożonego układu mechanicznego od więzów, stosowanie praw Newtona, zasady ruchu środka masy, praw pędu i popędu, równania Mieszczerzkiego, równań ciał sztywnych w ruchu postępowym, obrotowym i płaskim oraz prawa równowartości energii kinetycznej i pracy. W formie przykładów rozpatrywany jest ruch kulisty i ogólny ciał sztywnych, a w zakresie podstaw mechaniki analitycznej wykładane są równania Lagrange'a I i II rodzaju oraz zasada prac przygotowanych.

### Opis efektów uczenia się dla modułu zajęć

Kod MEU	Student, który zaliczył moduł zajęć zna i rozumie/potrafi/jest gotów do	Powiązania z KEU	Sposób weryfikacji i oceny efektów uczenia się osiągniętych przez studenta w ramach poszczególnych form zajęć i dla całego modułu zajęć
Wiedza: zna i rozumie			
M_W001	Student zna i rozumie podstawowe metody analizy dynamiki punktu materialnego i bryły oraz układów o zmiennej masie.	IMM1A_W08	Egzamin
M_W002	Student zna i rozumie pojęcia mocy, pracy, energii kinetycznej i potencjalnej oraz prawa zachowania w odniesieniu do tych wielkości.	IMM1A_W08	Egzamin
Umiejętności: potrafi			

M_U001	Student potrafi zapisać równania dynamiczne ruchu punktu i brył dla podstawowych przypadków.	IMM1A_U15	Egzamin
M_U002	Student potrafi dobrać moc układu napędowego dla typowych układów technicznych.	IMM1A_U15	Egzamin
Kompetencje społeczne: jest gotów do			
M_K001	Student rozumie potrzebę ciągłego poszerzania stanu wiedzy dla rozwiązywania zmieniających się zadań inżynierskich.	IMM1A_K01	Udział w dyskusji

### Liczba godzin zajęć w ramach poszczególnych form zajęć

Suma	Forma zajęć dydaktycznych										
	Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia laboratoryjne	Ćwiczenia projektowe	Konwersatorium	Zajęcia seminaryjne	Zajęcia praktyczne	Zajęcia terenowe	Zajęcia warsztatowe	Prace kontrolne i przejściowe	Lektorat
56	28	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0

### Matryca kierunkowych efektów uczenia się w odniesieniu do form zajęć i sposobu zaliczenia, które pozwalają na ich uzyskanie

Kod MEU	Student, który zaliczył moduł zajęć zna i rozumie/potrafi/jest gotów do	Forma zajęć dydaktycznych										
		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia laboratoryjne	Ćwiczenia projektowe	Konwersatorium	Zajęcia seminaryjne	Zajęcia praktyczne	Zajęcia terenowe	Zajęcia warsztatowe	Prace kontrolne i przejściowe	Lektorat
Wiedza: zna i rozumie												
M_W001	Student zna i rozumie podstawowe metody analizy dynamiki punktu materialnego i bryły oraz układów o zmiennej masie.	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W002	Student zna i rozumie pojęcia mocy, pracy, energii kinetycznej i potencjalnej oraz prawa zachowania w odniesieniu do tych wielkości.	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Umiejętności: potrafi												
M_U001	Student potrafi zapisać równania dynamiczne ruchu punktu i brył dla podstawowych przypadków.	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-

M_U002	Student potrafi dobrać moc układu napędowego dla typowych układów technicznych.	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kompetencje społeczne: jest gotów do												
M_K001	Student rozumie potrzebę ciągłego poszerzania stanu wiedzy dla rozwiązywania zmieniających się zadań inżynierskich.	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-

## Nakład pracy studenta (bilans punktów ECTS)

Forma aktywności studenta	Obciążenie studenta
Udział w zajęciach dydaktycznych/praktyka	56 godz
Przygotowanie do zajęć	56 godz
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	35 godz
Dodatkowe godziny kontaktowe	5 godz
Sumaryczne obciążenie pracą studenta	152 godz
Punkty ECTS za moduł	6 ECTS

## Pozostałe informacje

### Szczegółowe treści kształcenia w ramach poszczególnych form zajęć (szczegółowy program wykładów i pozostałych zajęć)

#### Wykład

1. Prawa dynamiki Newtona. Prawo powszechnego ciężenia. Masa, ciężar, przyspieszenie ziemskie. Budowa równań dynamicznych ruchu swobodnego punktu materialnego przy różnych sposobach opisu ruchu.
2. Drgania liniowe nietłumione. Drgania swobodne, wymuszone, rezonans stacjonarny.
3. Drgania liniowe tłumione. Wibroizolacja siłowa i przemieszczeniowa.
4. Dynamika ruchu nieswobodnego punktu materialnego. Równania Lagrange'a I rodzaju.
5. Dynamika ruchu względnego.
6. Układ punktów materialnych. Środek masy układu punktów materialnych, prawo ruchu środka masy. Zasada d'Alemberta.
7. Pęd i popęd. Zasada pędu i popędu, zasada zachowania pędu. Ruch ciał o zmiennej masie. Centralne zderzenie brył. Współczynnik restytucji.
8. Momenty bezwładności. Elipsoida bezwładności. Osie i momenty główne bezwładności.
9. Kręt. Zasada krętu, zasada zachowania krętu. Środek masy układu punktów materialnych a jego kręt.
10. Praca, moc, energia, sprawność. Energia kinetyczna punktu materialnego. Zasada równowartości energii kinetycznej i pracy. Twierdzenie Koeniga. Energia kinetyczna brył.

11. Potencjalne pole sił. Praca sił pola potencjalnego. Zasada zachowania energii.
12. Równania dynamiczne prostych przypadków ruchu brył.
13. Ruch kulisty i dowolny bryły. Równania Eulera. Przybliżona teoria żyroskopu.
14. Równania Lagrange'a II rodzaju dla sił potencjalnych i niepotencjalnych. Zasada prac przygotowanych.
15. Reakcje dynamiczne w ruchu obrotowym. Niewyważenie statyczne i dynamiczne.

### **Ćwiczenia audytoryjne**

1. Budowa równań dynamicznych ruchu swobodnego punktu materialnego przy różnych sposobach opisu ruchu.
2. Drgania liniowe nietłumione. Drgania swobodne, wymuszone, rezonans stacjonarny.
3. Drgania liniowe tłumione. Wibroizolacja siłowa i przemieszczeniowa.
4. Dynamika ruchu względnego.
5. Układ punktów materialnych. Środek masy układu punktów materialnych, prawo ruchu środka masy. Zasada d'Alemberta.
6. Pęd i popęd. Zasada pędu i popędu, zasada zachowania pędu. Ruch ciał o zmiennej masie.
7. Wyznaczanie momentów bezwładności. Osie i momenty główne bezwładności.
8. Kręt. Zasada krętu, zasada zachowania krętu. Środek masy układu punktów materialnych a jego kręt.
9. Praca, moc, energia, sprawność. Energia kinetyczna punktu materialnego. Zasada równowartości energii kinetycznej i pracy. Twierdzenie Koeniga. Energia kinetyczna brył.
10. Potencjalne pole sił. Praca sił pola potencjalnego. Zasada zachowania energii.
11. Równania dynamiczne prostych przypadków ruchu brył.
12. Ruch kulisty i dowolny bryły. Równania Eulera. Przybliżona teoria żyroskopu.
13. Równania Lagrange'a II rodzaju dla sił potencjalnych i niepotencjalnych. Zasada prac przygotowanych.
14. Zderzenie proste centralne brył. Wyznaczanie prędkości ciał po zderzeniu.
15. Zaliczenie ćwiczeń.

### **Metody i techniki kształcenia:**

Wykład: Treści prezentowane na wykładzie są przekazywane w formie klasycznego wykładu tablicowego.

Ćwiczenia audytoryjne: Podczas zajęć audytoryjnych studenci na tablicy rozwiązują zadane wcześniej problemy. Prowadzący na bieżąco dokonuje stosowanych wyjaśnień i moderuje dyskusję z grupą nad danym problemem.

### **Warunki i sposób zaliczenia poszczególnych form zajęć, w tym zasady zaliczeń poprawkowych, a także warunki dopuszczenia do egzaminu:**

Warunkiem koniecznym zaliczenia ćwiczeń jest napisanie na ocenę pozytywną dwóch kolokwium z zakresu:

1. Dynamiki punktu materialnego
  2. Dynamiki ciała sztywnego i zasad mechaniki
- oraz obecność na co najmniej 10 zajęciach.

Ocenę z zajęć ustala nauczyciel prowadzący ćwiczenia na podstawie pisemnych prac kontrolnych i odpowiedzi ustnych.

Warunkiem przystąpienia do egzaminu jest zaliczenie ćwiczeń.

Dopuszczalny jest jeden termin poprawkowy zaliczenia ćwiczeń.

## **Zasady udziału w poszczególnych zajęciach, ze wskazaniem, czy obecność studenta na zajęciach jest obowiązkowa:**

Wykład:

- Obecność obowiązkowa: Tak

- Zasady udziału w zajęciach: Studenci uczestniczą w zajęciach poznając kolejne treści nauczania zgodnie z sylabusem przedmiotu. Studenci winni na bieżąco zadawać pytania i wyjaśniać wątpliwości. Rejestracja audiowizualna wykładu wymaga zgody prowadzącego.

Ćwiczenia audytoryjne:

- Obecność obowiązkowa: Tak

- Zasady udziału w zajęciach: Studenci przystępując do ćwiczeń są zobowiązani do przygotowania się w zakresie wskazanym każdorazowo przez prowadzącego (np. w formie zestawów zadań). Ocena pracy studenta może bazować na wypowiedziach ustnych lub pisemnych w formie kolokwium, co zgodnie z regulaminem studiów AGH przekłada się na ocenę końcową z tej formy zajęć.

## **Sposób obliczania oceny końcowej**

Ocena końcowa jest średnią arytmetyczną ocen z zaliczenia i zdawanych egzaminów.

## **Sposób i tryb wyrównywania zaległości powstałych wskutek nieobecności studenta na zajęciach:**

Dopuszcza się odrobienie 3 nieobecności na zajęciach w innych grupach tego samego kierunku, pod warunkiem, że sumaryczna liczba studentów w grupie nie przekroczy ilości określonej regulaminem studiów.

## **Wymagania wstępne i dodatkowe, z uwzględnieniem sekwencyjności modułów**

1. Znajomość analizy matematycznej, rachunku wektorowego i macierzowego.
2. Umiejętność rozwiązywania równań różniczkowych liniowych o stałych współczynnikach pierwszego i drugiego rzędu oraz nieliniowych pierwszego rzędu metodą rozdzielania zmiennych.

## **Zalecana literatura i pomoce naukowe**

1. Engel Z., Giergiel J. Mechanika ogólna t.1 i t.2. PWN, Warszawa 1990.
2. Leyko J. Mechanika ogólna, t.1 i t.2, PWN, Warszawa 2001.
3. Osiński Z. Mechanika ogólna. PWN, Warszawa 1994.
4. Beer F.P, Johnston E.R, Mazurek D. , Cornwell P., Eisenberg E. Vector Mechanics For Engineers: Statics & Dynamics, McGraw-Hill, USA, 2010, 2007, 2004, 1997.
5. Nizioł J. Metodyka rozwiązywania zadań z mechaniki. WNT, Warszawa 2002.
6. Mieszczerski, I. W. Zbiór zadań z mechaniki. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, 1969.

## **Publikacje naukowe osób prowadzących zajęcia związane z tematyką modułu**

1. Grzegorz CIEPŁOK, Self-Exciting Wire Transducer For Time Variable Strains Measuring, Journal of Dynamic Systems, Measurement and Control. American Society of Mechanical Engineers, USA, 2018.
2. Grzegorz CIEPŁOK, Estimation of the resonance amplitude in machines with inertia vibrator in the coast-down phase, Mechanics & Industry, France, 2017 (w kolejce do druku).
3. Grzegorz CIEPŁOK, Łukasz KOPIJ, The application of self-oscillation in wire gauges, Journal of Theoretical and Applied Mechanics, 2017 vol. 55 iss. 1.
4. Grzegorz CIEPŁOK, A wire transducer in a system with a van der Pol oscillator and velocity feedback, Nonlinear Analysis: Modelling and Control, 2017 vol. 22 no. 4.
5. Grzegorz CIEPŁOK, Marian SIKORA, Two-mass dynamic absorber of a widened antiresonance zone, The Archive of Mechanical Engineering, 2015 vol. 62 no. 2, s. 257-277.

1. Piotr CZUBAK, Vibratory conveyor of the controlled transport velocity with the possibility of the reversal operations, Journal of Vibroengineering, 2016 vol. 18 iss. 6, s. 3539-3547.
2. Piotr CZUBAK, Equalization of the transport velocity in a new two-way vibratory conveyer, Archives of Civil and Mechanical Engineering, Polish Academy of Sciences. Wrocław Branch, 2011 vol. 11 no. 3, s. 573-586.
3. Piotr CZUBAK, Wybrane zagadnienia dynamiki przenośników wibracyjnych, Kraków : Wydawnictwa AGH, 2013, (Rozprawy/ Monografie 267).

1. Łukasz BEDNARSKI, Jerzy MICHALCZYK, Modelling of the working process of vibratory conveyors applied in the metallurgical industry, Archives of Metallurgy and Materials / Polish Academy of Sciences., 2017 vol. 62 iss. 2, s. 721-728.
  2. Jerzy MICHALCZYK, Łukasz BEDNARSKI, Marek GAJOWY, Feed material influence on the dynamics of the suspended screen at its steady state operation and transient states, Archives of Mining Sciences, 2017 vol. 62 iss. 1, s. 145-161.
  3. Jerzy MICHALCZYK, Łukasz BEDNARSKI, Overcoming of a resonance stall and the minimization of amplitudes in the transient resonance of a vibratory machine by the phase modulation method, Journal of Engineering for Gas Turbines and Power, 2010 vol. 132 no. 5,
- 
1. Sebastian PAKUŁA, Badania symulacyjne pierścieniowego synchronicznego eliminatora drgań w stanie ustalonym, Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Mechaników Polskich, 2013 R. 72 nr 3, s. 27-31.
  2. Jerzy MICHALCZYK, Sebastian PAKUŁA, Phase control of the transient resonance of the automatic ball balancer, Mechanical Systems and Signal Processing, 2016 vol. 72-73, s. 254-265.
  3. Jerzy MICHALCZYK, Sebastian PAKUŁA, Wpływ parametrów kul na efektywność synchronicznego eliminatora drgań, Modelowanie Inżynierskie / Wydział Mechaniczny Technologiczny Politechniki Śląskiej, 2012 t. 12 nr 43, s. 185-192.

### **Informacje dodatkowe**

Do grupy pościgowej mogą być przyjęci studenci, którzy uzyskali zaliczenie z ćwiczeń.