



Fundamentals of acoustics

Course description sheet

Basic information

<p>Field of study Acoustic Engineering</p> <p>Major -</p> <p>Organisational unit Faculty of Mechanical Engineering and Robotics</p> <p>Study level First-cycle (engineer) programme</p> <p>Form of study Full-time studies</p> <p>Profile General academic</p>	<p>Didactic cycle 2025/2026</p> <p>Course code RIAKS.II4.02500.25</p> <p>Lecture languages Polish</p> <p>Mandatoriness Obligatory</p> <p>Block Core Modules</p> <p>Course related to scientific research Yes</p>	
Course coordinator	Jerzy Wiciak	
Lecturer	Jerzy Wiciak, Adam Pilch, Łukasz Gorazd	
Period Semester 3	Method of verification of the learning outcomes Exam	Number of ECTS credits 6
	Activities and hours Lectures: 40 Auditorium classes: 15 Laboratory classes: 15	

Course's learning outcomes

Code	Outcomes in terms of	Learning outcomes prescribed to a field of study	Methods of verification
Knowledge - Student knows and understands:			

Code	Outcomes in terms of	Learning outcomes prescribed to a field of study	Methods of verification
W1	posiada ogólną wiedzę z zakresu podstaw akustyki	IAK1A_W06, IAK1A_W08, IAK1A_W12, IAK1A_W19, IAK1A_W22	Activity during classes, Execution of exercises, Execution of laboratory classes, Test, Examination
W2	zna pojęcia z zakresu pola akustycznego i modelowania pola akustycznego	IAK1A_W06, IAK1A_W10, IAK1A_W12	Activity during classes, Execution of exercises, Execution of laboratory classes, Test, Examination
W3	posiada podstawową wiedzę z zakresu źródeł hałasu oraz ich wpływu na środowisko	IAK1A_W22	Activity during classes, Execution of exercises, Execution of laboratory classes, Test, Examination
Skills - Student can:			
U1	potrafi dostrzec interdyscyplinarność akustyki, rozróżnia i definiuje podstawowe parametry pola akustycznego, potrafi wykorzystywać metody symulacyjne do modelowania i analizy pola akustycznego	IAK1A_U01, IAK1A_U02, IAK1A_U07, IAK1A_U08, IAK1A_U15, IAK1A_U20, IAK1A_U26	Activity during classes, Execution of exercises, Execution of laboratory classes, Examination
U2	potrafi ocenić szkodliwość wpływu różnych źródeł hałasu na człowieka i środowisko	IAK1A_U06, IAK1A_U16, IAK1A_U18	Activity during classes, Execution of exercises, Execution of laboratory classes, Examination
Social competences - Student is ready to:			
K1	rozumie interdyscyplinarny wymiar działalności inżyniera akustyka, potrafi współpracować ze specjalistami z innych dziedzin inżynierskich a także muzykami czy realizatorami dźwięku	IAK1A_K05	Activity during classes, Execution of exercises, Execution of laboratory classes, Test, Examination

Student workload

Activity form	Average amount of hours* needed to complete each activity form
Lectures	40
Auditorium classes	15
Laboratory classes	15
Preparation for classes	60
Realization of independently performed tasks	30
Examination or final test/colloquium	2

Student workload	Hours 162
Workload involving teacher	Hours 70

* hour means 45 minutes

Program content

No.	Program content	Course's learning outcomes	Activities
1.	<p>1. Introduction. Acoustics, what is it about? Relationship of acoustics with other fields of science, technology and art. Historical view. Place of acoustics among other sciences.</p> <p>2. Principles of wave motion. The essence of wave motion - vibrations and waves. Mechanical wave. Selected problems of continuous systems mechanics. Harmonic Wave. Basic quantities describing each wave motion.</p> <p>3. Characteristic wave phenomena. Huygens principle: reflection and refraction of waves, interference, standing waves, diffraction and dispersion.</p> <p>4. Acoustic field. Basic parameters of the sound field. (Objective and subjective parameters).</p> <p>5. Sound waves in liquids. Equations describing wave propagation (Euler, mass continuity, thermodynamic equation of state). Wave equation. Elemental solution for harmonic motion: plane wave - one, two and three-dimensional solution, spherical wave. Real and complex notation of quantities describing the sound field. Derivative quantities describing the sound field. Impedance, instantaneous and average intensity over time, energy and power. Conservative and dissipative fields. Propagation of the acoustic wave in the medium with starts and in dispersion media.</p> <p>6. Radiation of acoustic sources and propagation of waves in open space. Types and classification of sound sources. Directionality and directional characteristics. Elemental sound sources. Rayleigh integral formula and Fraunhofer diffraction pattern. Radiation of the vibrating piston in an infinite rigid bulkhead.</p> <p>7. Fundamentals of signal theory. Fourier analysis of acoustic signals. Filters.</p> <p>8. Wave propagation in restricted areas. Acoustic systems (Acoustic waveguides. Resonators. Acoustic filters. Diffusers.</p> <p>9. Hearing and speech acoustics (hearing physiology, hearing psychology, speech perception, speech understanding).</p> <p>10. Basics of sound landscape analysis method.</p>	W1, W2, W3	Lectures

No.	Program content	Course's learning outcomes	Activities
2.	<p>1. Sound pressure, sound intensity</p> <p>Basic quantities defining the acoustic parameters (sound pressure, sound pressure level, sound intensity, sound power, sound power level).</p> <p>2. Plane wave</p> <p>Parameters describing the plane wave - length, frequency, amplitude. Euler equation, kinematic energy and potential plane wave.</p> <p>3. Spherical wave</p> <p>Pressure, velocity and intensity of the spherical wave, impedance in the near field, propagation of the spherical wave in unlimited space.</p> <p>4. Wave superposition</p> <p>Adding coherent waves - interference, rumbling. Calculations for incoherent sound sources.</p> <p>5. Sound sources</p> <p>Interference of plane and spherical waves in unlimited space, monopoles, dipoles, systems of several coherent sources.</p> <p>6. Standing wave</p> <p>Sound pressure and speed, sound pressure for standing waves, boundary conditions, multidimensional systems.</p> <p>7. Helmholtz resonator</p> <p>Mechanoacoustic analogies of the Helmholtz resonator, the impact of motion resistance on system parameters.</p> <p>8. Statistical theory of the sound field</p> <p>Acoustic impedance, sound reflection coefficient, sound absorption coefficient, medium freedom path.</p> <p>9. Reverberation time</p> <p>Rise and loss of acoustic energy in a room, reverberation time, sound pressure level in a closed room.</p> <p>10. Wave phenomena</p> <p>Diffraction, refraction, refraction.</p>	W1, W2, W3, U1, U2, K1	Auditorium classes

No.	Program content	Course's learning outcomes	Activities
3.	1. Introduction. Introduction to acoustic laboratories. 2. Measurement of sound pressure and sound intensity. Acoustic field identification - anechoic and reverberant field. Wave interference. 3. Sum of sound sources, dependence of sound pressure level (intensity) on distance. 4. Determination of an equivalent sound level and exposure level based on the measurement of the sound pressure level 5. Study of the phenomenon of acoustic resonance. 6. Measurement of sound speed in different mediums. 7. Determination of directivity characteristics of sound sources.	W1, W2, W3, U1, U2, K1	Laboratory classes

Extended information/Additional elements

Teaching methods and techniques :

Lectures

Activities	Methods of verification	Credit conditions
Lectures	Activity during classes, Test, Examination	Passing the tests.
Audit. classes	Activity during classes, Execution of exercises, Test	Completing two tests covering material from classes, active participation in classes.
Lab. classes	Activity during classes, Execution of laboratory classes, Test	Positive results from tests, passing grades on the reports on conducted experiments.

Conditions and the manner of completing each form of classes, including the rules of making retakes, as well as the conditions for admission to the exam

Exam:

Completing the lecture, positive evaluation of exercises, positive evaluation of the laboratory.

Lecture:

Passing tests.

Exercises:

Completing two tests covering material from classes, active participation in classes. In the event of significant backlogs in the assimilation of material from classes by students, the teacher allows the possibility of conducting additional colloquia, the completion of which will be necessary to obtain a positive final grade in the tutorials.

Laboratories:

Positive results from tests, passing grades from the reports on conducted experiments. The final grade is the average of the grades received during the semester. Untimely filling the backlogs will result in lowering the grade.

Method of determining the final grade

The final grade is a weighted average of the grades for the exam (60% participation in the final grade), passing the exercises (25%) and passing the laboratories (15%), all grades must be positive.

Manner and mode of making up for the backlog caused by a student justified absence from classes

Exercises:

A student absent from classes is required to supplement deficiencies arising as a result of absence, and to perform calculation tasks in a given scope of material indicated by the teacher.

Laboratory:

Absence from laboratory classes must be made up in writing in the form of a report or instructions on the topic of the exercise specified by the teacher.

Prerequisites and additional requirements

The student must have knowledge of mathematics and basic physical phenomena. Computer skills are also recommended.

Rules of participation in given classes, indicating whether student presence at the lecture is obligatory

Lecture:

Students participate in classes learning the next teaching content in accordance with the subject syllabus. Students should keep asking questions and clarifying doubts. Audiovisual registration of the lecture requires the teacher's consent.

Exercises:

Students are required to prepare themselves for the classes in the scope indicated each time by the teacher (e.g. in the form of sets of tasks). Assessment of the student's work may be based on oral or written statements in the form of a test, which, in accordance with the AGH UST study regulations, translates into the final grade in this form of classes.

Laboratory exercises:

Students perform laboratory exercises in accordance with the materials made available by the teacher. The student is required to prepare for the subject of the exercise, which can be verified oral or written test. Completion of classes is based on the presentation of a solution to the problem. Completion of the module is possible after passing all laboratory classes.

Literature

Obligatory

1. Dobrucki A., Podstawy akustyki, Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, 1987
2. Engel Z., Panuszka R., Podstawy akustyki, Wydawnictwo AGH, 1989
3. Everest F. A., Podręcznik akustyki, Wydawnictwo SONIA DRAGA
4. Makarewicz R., Dźwięki i fale, Wydawnictwo Naukowe UAM, 2017
5. Małecki I., Teoria fal i układów akustycznych, PWN
6. Kwiek M., Akustyka laboratoryjna cz. I Podstawy akustyki teoretycznej, PWN
7. Moore B.C.J., Wprowadzenie do psychologii słyszenia, PWN 1999

Optional

1. Kuttruff H., Acoustics: An Introduction, Taylor & Francis, 2007
2. Rossing T. D., Springer Handbook of Acoustics, Science+Business Media, Inc., 2007
3. Beranek L., Mellow T., Acoustics sound fields and transducers, Elsevier
4. Mechel F.P., Formulas of Acoustics 2nd edition, Springer
5. Rossing T.D., Fletcher N.H., Principles of vibration and sound 2nd edition, Springer

Scientific research and publications

Publications

1. Acoustics of Orthodox churches in Poland / Paweł MAŁECKI, Jerzy WICIAK, Damian Nowak // Archives of Acoustics ; ISSN 0137-5075. — 2017 vol. 42 no. 4, s. 579-590. — Bibliogr. s. 589-590. — Publikacja dostępna online od: 2017-12-29. — tekst: <https://goo.gl/gqzWJg>
2. Active vibration control of rectangular plate with distributed piezoelements excited acoustically and mechanically / M. KOZUPA, J. WICIAK // Acta Physica Polonica. A ; ISSN 0587-4246. — 2010 vol. 118 no. 1, s. 95-98. — Bibliogr. s. 98. — tekst: <http://web.a.ebscohost.com/ehost/viewarticle?data=dGJyMPPp44rp2%2fdV0%2bnjjsfk5le46bRRtq6vTq6k63nn5Kx95uXxjL6prUqzpbBlr6qeT7ipsFKyr55Zy5zyit%2fk8Xnh6ueH7N%2fiVaunsUixra9ItaqvPurX7H%2b75uo%2b4ti7ebfeplzf3bt>

ZzjzfhursE22rrBPrpzk%2fDj34y75uj%2bxOvqhNLb9owA&hid=4114

3. Passive structural acoustic control of the smart plate - FEM simulation / M.S. Kozień, J. WICIAK // Acta Physica Polonica. A ; ISSN 0587-4246. — 2010 vol. 118 no. 6, s. 1186-1188. — Bibliogr. s. 1188. — tekst:
<http://przyrbwn.icm.edu.pl/APP/PDF/118/a118z6p25.pdf>
4. Sound pressure level analysis of commercials and regular programs / P. MAŁECKI, J. WICIAK // Acta Physica Polonica. A ; ISSN 0587-4246. — 2010 vol. 118 no. 1, s. 118-122. — Bibliogr. s. 121-122. — tekst:
<http://przyrbwn.icm.edu.pl/APP/PDF/118/a118z1p28.pdf>

Learning outcomes prescribed to a field of study

Code	Content
IAK1A_K05	ma świadomość ważności i rozumie humanistyczny, kulturowo-społeczny wymiar działalności inżyniera-akustyka, w tym jej wpływ na środowisko i związaną z tym odpowiedzialność za podejmowane decyzje; kształtuje kulturę techniczną w swoim środowisku zawodowym
IAK1A_U01	umie posługiwać się regułami ścisłego, logicznego myślenia w analizie procesów fizycznych i technicznych
IAK1A_U02	potrafi wykorzystać poznany aparat matematyczny do opisu i analizy podstawowych zagadnień fizycznych i technicznych, w szczególności - umie korzystać z rachunku różniczkowego do rozwiązywania zadań optymalizacyjnych i obliczeń przybliżonych - umie stosować rachunek całkowy do zagadnień fizyki i nauk technicznych - umie rozwiązywać podstawowe typy równań różniczkowych opisujących zjawiska fizyczne - umie wykorzystywać podstawowe transformaty całkowe - umie korzystać z teorii funkcji analitycznych, w tym funkcji specjalnych - umie korzystać z rachunku wektorowego i macierzowego - umie stosować opis analityczny krzywych i powierzchni w R ³
IAK1A_U06	potrafi ocenić prawidłowość warunków miejsca pracy i w razie potrzeby wskazać potrzebne zmiany zgodnie z regułami ergonomii
IAK1A_U07	potrafi posługiwać się podstawowymi pojęciami fizycznymi i zasadą uniwersalności rozwiązań matematycznych w celu opisu rzeczywistych układów akustycznych, mechanicznych i elektrycznych oraz wybrać odpowiedni model, w ramach którego przeprowadzi analizę układu
IAK1A_U08	potrafi — przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań związanych z modelowaniem i projektowaniem układów, urządzeń i oprogramowania akustycznego — integrować pochodzącą z różnych źródeł wiedzę z dziedziny akustyki, elektroniki, informatyki, mechaniki i innych dyscyplin
IAK1A_U15	potrafi — przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań inżynierskich z zakresu akustyki — dostrzegać ich aspekty pozatechniczne, w tym społeczne, środowiskowe i prawne
IAK1A_U16	potrafi posługiwać się aktami prawnymi (np. normami) dotyczącymi ochrony przed hałasem i drganiami oraz uzasadniać konieczność ich przestrzegania
IAK1A_U18	potrafi jakościowo porównać szkodliwość oddziaływania różnych źródeł zanieczyszczenia środowiska
IAK1A_U20	potrafi przeprowadzić analizę akustyczną pomieszczenia, ocenić konieczność zastosowania adaptacji akustycznej wewnątrz, jak również ją zaprojektować zgodnie z zaleceniami literaturowymi
IAK1A_U26	potrafi wykorzystać znajomość źródeł hałasu i drgań oraz ich charakterystyk dla skutecznego obniżania zagrożeń wibroakustycznych lub znajomość budowy, charakterystyki i techniki gry na instrumentach muzycznych oraz składu, układu i charakterystyki zespołów wykonawczych do realizacji ich nagrań i nagłośnienia
IAK1A_W06	ma wiedzę w zakresie podstaw akustyki - zna podstawowe pojęcia pola akustycznego i zależności między nimi - zna podstawowe prawa wyprowadzone z zasad zachowania - zna podstawowe modele pól i układów akustycznych - zna analogie mechano-akusto-elektryczne
IAK1A_W08	ma podstawową wiedzę w zakresie metrologii, zna i rozumie metody i techniki pomiaru i estymacji podstawowych wielkości elektrycznych, akustycznych i mechanicznych
IAK1A_W10	rozumie zagrożenia dla środowiska naturalnego płynące z różnych dziedzin aktywności ludzkiej i zna ich konsekwencje dla zdrowia i dobrobytu człowieka oraz dla naturalnych ekosystemów
IAK1A_W12	zna prawa i zasady rządzące propagacją dźwięku w przestrzeni zamkniętej oraz zna zasady kształtowania parametrów akustycznych wewnątrz
IAK1A_W19	zna elementy toru elektroakustycznego, rodzaje występujących w nim urządzeń i ich przeznaczenie, charakteryzujące je parametry i sposoby ich pomiaru
IAK1A_W22	posiada ogólną wiedzę dotyczącą źródeł hałasu w technice i środowisku, ich klasyfikacji i powodowanych przez nie zagrożeń lub wiedzę dotyczącą klasyfikacji, budowy i działania instrumentów muzycznych, techniki gry na tych instrumentach i właściwości emitowanego przez nie dźwięku