



FIȘA DISCIPLINEI

1. Date despre program

1.1 Instituția de învățământ superior	Universitatea Națională de Știință și Tehnologie POLITEHNICA din București
1.2 Facultatea	Inginerie Aerospațială
1.3 Departamentul	Științe Aerospațiale „Elie Carafoli”
1.4 Domeniul de studii universitare	Inginerie Aerospațială
1.5 Programul de studii universitare	Sisteme de Propulsie
1.6 Ciclu de studii universitare	Licență
1.7 Limba de predare	Română
1.8 Locația geografică de desfășurare a studiilor	București

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei	BAZELE AEROACUSTICII						
2.2 Titularul	Conf. Dr. Ing. Mat. Alina BOGOI						
2.3 Titularul activităților de seminar / laborator/proiect	Conf. Dr. Ing. Mat. Alina BOGOI						
2.4 Anul de studiu	4	2.5 Semestrul/	I	2.6. Tipul de evaluare	E	2.7 Statutul disciplinei	Ob
2.8 Categoria formativă/	DS	2.9 Codul disciplinei	UPB.09.S.07.O.015				

3. Timpul total (ore pe semestru al activităților didactice)

3.1 Număr de ore pe săptămână	4	Din care: curs	2	seminar/laborator/proiect	2
3.4 Total ore din planul de învățământ	56	Din care: curs	28	seminar/laborator/proiect	28
Distribuția fondului de timp:					ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe					14
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate					14
Pregătire seminarii/ laboratoare/proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					16
Tutorat					1
Examinări					2
Alte activități (dacă există):					0
3.7 Total ore studiu individual	44				
3.8 Total ore pe semestru	100				
3.9 Numărul de credite	4				

4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	Analiza Matematica, Algebră liniară, geometrie analitică și diferențială, Ecuații diferențiale, Programarea calculatoarelor și limbaje de programare 1, Bazele Termotehnicii, Mecanica Fluidelor, Bazele Aerodinamicii., Metode
-------------------	---



	numerice, Metode cu diferențe finite, Dinamica Gazelor
4.2 de rezultate ale învățării	MATLAB, FORTRAN

5. Condiții necesare pentru desfășurarea optimă a activităților didactice (acolo unde este cazul)

5.1 de desfășurare a cursului	Prelegere tablă, videoproiector, dialog interactiv
5.2 de desfășurare a seminarului/laboratorului/proiectului	Prelegere interactivă la tablă cu prezentarea sintetică a modelelor de analiză ce urmează a fi utilizate la aplicații concrete, numerice.

6. Obiectiv general

Studentii să se familiarizeze cu proprietățile fluidelor și cu aplicațiile dinamicii fluidelor. Să rezolve probleme care sunt modelate folosind principiile de conservare ale dinamicii gazelor Să identifice diferitele tipuri de formulări integrale și diferențiale ale ecuației de continuitate, ale ecuației Navier-Stokes și ale ecuației de conservare a energiei.

Studentul să fie capabil să înțeleagă și să aprofundeze noțiunile predate la curs, după care să fie capabil să rezolve probleme care sunt modelate folosind principiile de conservare ale dinamicii gazelor.

7. Rezultatele învățării

Cunoștințe	• La finalul cursului, studenții vor înțelege recapitulative ecuațiile generale ale dinamicii gazelor și liniarizarea lor, conducând la ecuația undelor și la ecuația energiei acustice (Kirchhoff). • Vor cunoaște tipurile de unde (longitudinale, transversale, de suprafață), interferența și coerența, undele staționare și rezonanța, precum și soluțiile d'Alembert pentru unde plane și sferice. • Vor explica fenomenele de interacțiune cu structuri și medii: reflexie, transmisie/refracție (inclusiv legea lui Snell), difracție, efectul Doppler și comportarea în câmpuri cu gradient de temperatură. • Vor stăpâni noțiunile de surse acustice elementare (monopol, dipol, cuadrupol), surse compacte vs. extinse și fundamentele soluțiilor de tip Green pentru ecuația undelor cu termeni sursă. • Vor înțelege principiile metodelor de predicție aeroacustică: abordări directe și hibride și analogiile Lighthill, Curle și Ffowcs Williams–Hawkings, precum și baze pentru reducerea zgomotului (rezonator Helmholtz, materiale și sisteme fonoabsorbante, amortizoare).
------------	--



Abilități	• Studenții vor ști să derive și să utilizeze ecuația undelor din ecuațiile de conservare, să lucreze cu forme locale/integrale și să aplice bilanțul energiei acustice. • Vor ști să rezolve probleme cu unde plane și sferice (inclusiv d'Alembert), să determine frecvențe proprii și condiții de rezonanță în conducte/tuburi și să evalueze interferențe și unde staționare. • Vor ști să calculeze reflexii, transmisii și refracții la interfețe, să aplice legea lui Snell, să estimeze difracția pe obstacole/fante și să determine deplasările de frecvență și fază datorate efectului Doppler (sursă/receptor în mișcare). • Vor ști să folosească funcțiile Green și calculul cu distribuții pentru a modela surse neomogene (de masă sau forță), să evalueze directivitatea/puterea acustică a surselor mono/di/cvadrupolare și să aplice analogiile Lighthill–Curle–FWH pentru predicția câmpului îndepărtat din câmpuri de curgere (CFD/experiment). • Vor ști să proiecteze orientativ soluții de reducere a zgomotului (rezonator Helmholtz, tratamente fonoabsorbante, amortizoare cu ejector) și să compare opțiuni pe baza câștigului de atenuare.
Responsabilitate și autonomie	Selectează și analizează surse bibliografice potrivite. Respectă principiile de etică academică, citând corect sursele bibliografice utilizate. Studenții vor trebui să participe activ la prelegeri, să își actualizeze notițele și să folosească materialele postate pe MOODLE pentru învățare continuă. Manifestă colaborare cu ceilalți colegi și cadre didactice în desfășurarea activităților didactice. Demonstrează autonomie în organizarea activității de învățare sau a problemelor de rezolvat. Manifestă responsabilitate socială prin implicarea activă în viața socială studentescă/implicare în evenimentele din comunitatea academică. Promovează/contribuie prin soluții noi, aferente domeniului de specialitate, pentru a îmbunătăți calitatea vieții sociale. Conștientizează valoarea contribuției sale în domeniul ingineriei

8. Metode de predare

Curs: În activitatea de predare vor fi utilizate prelegeri susținute prin prezentări PowerPoint și materiale video, puse la dispoziția studenților. Fiecare curs va începe cu o recapitulare a capitolelor parcurse, cu accent pe temele discutate la ultima întâlnire. Expunerea va îmbina slide-urile proiectate cu demonstrații la tablă (formule și ecuații) și cu exemple suplimentare care nu se regăsesc în prezentări.

Seminar: Dialog interactiv cuprinzând clarificări ale cursului și ale temelor de casă/proiectelor.

9. Conținuturi

CURS		
Capitolul	Conținutul	Nr. ore
I	ECUAȚIILE GENERALE ALE DINAMICII GAZELOR(RECAPITULARE ANUL III) 1.1. Noțiuni introductive 1.2. Ecuația generală de transport 1.3. Forma locală a ecuației de transport 1.4. Particularizări ale ecuației de transport 1.4.1. Ecuația de transport a masei 1.4.2. Ecuația de transport a impulsului	2



	1.4.3. Ecuția de transport a energiei 1.4.4. Inegalitatea Clausius-Duhem.	
II	CONCEPTE, DEFINIȚII, ECUATIA UNDEI. 2.1. Generalități. Clasificări. 2.2. Unde longitudinale, transversale si de suprafață. 2.3. Interferența spațială. Coerență. Undele stationare si rezonanta. Fenomenul de bătaie. Unde armonice ortogonale 2.4. Introducerea unor mărimi specifice acusticii. Relații matematice.Valori mediate 2.5. Ecuția undelor obținute din liniarizarea ecuațiilor de conservare 2.6. Soluții ale ecuației undelor.Unda sonoră. 2.7. Unda plană 2.8. Soluția d'Alambert 2.8.1. Cazul unidimensional 2.8.2. Cazul tridimensional al undelor sferice	2
III	ECUAȚIA UNDELOR CU TERMENI SURSĂ 3.1. Ecuția undelor obținute din liniarizarea ecuațiilor de conservare 3.2. Ecuția de conservare a energiei acustice(Ecuția Kirchhoff).	6
IV	CÂMPURI SONORE ÎN JURUL CORPURILOR SOLIDE 4.1. Reflecția la conductele închise la un capăt 4.2. Rezonanța în conducte închise 4.3. Reflexia și refracția în tuburi si conducte in 1D. Legea lui Snell(refracția la interfața între 2 medii). 4.4. Refracția în câmp de temperatură variabil. 4.5. Difracția în prezența unui obstacol 4.6. Difracția în prezența în prezența unei fante 4.7. Reflexia dintr-un plan infinit 4.8. Efectul Doppler asupra presiunii acustice 4.8.1. Receptor fix, sursa mobilă 4.8.2. Receptor mobil, sursa fixă 4.9. Oscilații. Rezonatori mecanici 4.9.1. Mișcare Armonică 4.9.2. Mișcare Circulară 4.9.3. Oscilații simple armonice lineare- orizontale/verticale Sisteme corp-resort 4.9.4. Energia mișcării armonice simple 4.9.5. Oscilații amortizate 4.9.6. Oscilații forțate. Rezonanța.	3
V	METODE DE REDUCERE A DIVERSELOR SURSE DE ZGOMOT ALE UNUI MTR 5.1. Rezonatorul Helmholtz 5.2. Sisteme de atenuare sonoră. 5.3. Folosirea materialelor fonoabsorbante.Structura fonoabsorbantă 5.4. Reducerea zgomotului.Ajutajul amortizorului de zgomot cu ejector	2



VI	SOLUȚII FUNDAMENTALE DE TIP GREEN 6.1. Operatori 6.2. Ecuații cu operatori liniari 6.3. Distribuții regulate 6.4. Distribuții neregulate 6.5. Derivarea distribuției, convoluția distribuțiilor 6.6. Exemple 6.7. Soluții generale Green. 6.8. Soluția Green pentru ecuația undelor neomogenă în 3D. 6.9. Sunetul generat de o sursă de masă 6.10. Sunetul generat de o forță punctuală 6.11. Sunetul generat de o sursă de masă mobilă. Factorul Doppler.	6
VII	APLICAȚII LA UNDELE SFERICE 7.1. Monopolul 7.2. Dipolul. Quadripolul. 7.3. Surse compacte. Surse extinse 7.4.	3
VIII	METODE DE REZOLVARE A PROBLEMELOR AEROACUSTICE 8.1. Metode directe. 8.2. Metode hibride. 8.3. Analogii aeroacustice 8.3.1. Analogia Lighthill. Teoria Lighthill aplicata zgomotului produs de un jet liber turbulent. 8.3.2. Analogia Curle 8.3.3. Analogia Ffowcs Williams-Hawkings 8.4. Surse de zgomot în motor 8.5. Metode de reducere a diverselor surse de zgomot ale unui MTR	4
Total:		28

Bibliografie:

1. Suport de curs electronic. Cursurile complete in pdf pe Moodle
2. Bogoi. A., Cican G., Crunțeanu D.E., Fundamentals of accoustics.Lecture notes for engineers, București, Editura Monitorul Oficial, 2024, (344 pag), ISBN 978-973-0-39795-6
3. Bogoi. A., Cican G., Cristea L., Bazele acusticii teoretice și aplicații, Editura Monitorul Oficial, 2024, (280pag), ISBN 978-973-0-39801-4280
4. Dowling, A.P. & Ffowcs williams, J.E. Sound and sources of sound, Ellis Horwood, 1983 (2000 reprint) LC.103
5. PIERCE, A.D. Acoustics: An introduction to its physical principles and applications, Acoustical Society of America, 1989 (1991 reprint)
6. CRIGHTON, D.G., Modern methods in analytical acoustics, Springer Verlag 1992 LC.118
7. Aeroacoustics, Marvin Goldstein, 1976, mcgraw Hill.
8. S.W. Rienstra e A. Hirschberg, An Introduction to Acoustics, Eindoven University of Technology
9. A. Hirschberg e S.W. Rienstra, An Introduction to Aeroacoustics, Eindoven University of Technology
10. William K. Blake, Mechanics of Flow induced Sound and Vibration Volume II Complex Flow- Structure Interactions, 2017
11. Bogoi. A., Dănăilă S. , Isvoranu D., Ecuațiile generale de transport ale dinamicii fluidelor, Editura Monitorul Oficial, 2021. (563 pag), ISBN:978-973-0-34559-9
12. Berbente C., Constantinescu N.V., “Dinamica gazelor”, Ed. U.P.B.,1977.
13. Dănăilă S., Berbente C., “Metode numerice în dinamica fluidelor”, Ed. Acad. Rom, 2003.
14. Lai W.M., Rubin D., Krempel E., “Introduction to continuum mechanics”, Butterworth Heinemann,1993.



15. Mase G.E., Continuum mechanics, McGraw Hill, 1970.
16. Zucker R.D., Biblarz, O., "Fundamentals of gas dynamics", John Wiley & Sons, 2002
17. Bird R.B., Stewart W.E., Lightfoot E. N., Transport phenomena, John Wiley & Sons, 2002
18. Dragoș L., Mecanica mediilor continue, Ed. Tehnică, 1983.
19. Bejan A., Termodinamică tehnică avansată, Ed. Tehnică, 1996
20. White F.M., Fluid mechanics, McGraw Hill Book Co., 1979.
21. Anderson, J.D., "Modern Compressible Flow With Historical Perspective, Mc Graw Hill, 2nd edition, 2003
22. Lipmann, H.W., Roshko, A., Elements of gas dynamics, John Wiley & Sons Inc. (1957), Dover Publications (2002). • Thompson, P. A., Compressible fluid dynamics, Mc Graw Hill, 1972.
23. Fox, R.W. and Mc Donald, A.T., Introduction to Fluid Mechanics, 6 th ed., John Wiley, 2003.
24. C. Berbente, N.V. Constantinescu – "Dinamica Gazelor și Aerotermochimie" (Vol.1 și 2), Lit. UPB, București, 1980
25. E. Carafoli, V.N. Constantinescu – "Dinamica Fluidelor Compresibile", Ed. Academiei, București, 1984

LABORATOR/ SEMINAR/PROIECT

Nr. crt.	Conținutul	Nr. ore
1.	Ecuatiile generale (recapitulare) • Probleme care deduc ecuația undelor din ecuațiile de conservare și se face trecerea între forma integrală și forma locală. • Probleme care aplică teorema lui Reynolds la volume de control fixe sau mobile. • Probleme care particularizează bilanțurile de masă, impuls (Navier–Stokes) și energie.	2
2.	Concepte, definiții, ecuația undei • Probleme care clasifică tipurile de unde și clarifică interferența, coerența, undele staționare și rezonanța. • Probleme care folosesc soluțiile d'Alembert pentru unde plane și sferice. • Probleme care introduc mărimi acustice specifice și relațiile lor mediate în timp și spațiu.	1
3.	Ecuația undelor cu termeni sursă • Probleme care formulează ecuația undelor neomogenă prin liniarizare și identifică tipuri de surse. • Probleme care deduc și utilizează bilanțul energiei acustice (Kirchhoff). • Probleme care compun câmpuri prin superpoziție și estimează contribuția surselor distribuite.	7
4.	Câmpuri sonore în prezența corpurilor solide • Probleme care cuantifică reflexia, transmisia și refracția (legea lui Snell) în conducte și la interfețe. • Probleme care evaluează difracția pe obstacole și fante și efectele unui gradient termic. • Probleme care analizează efectul Doppler pentru sursă/receptor mobil. • Probleme care modelează oscilațiile: libere, amortizat, forțate.	2
5.	Metode de reducere a zgomotului (MTR) • Probleme care dimensionează rezonatoare Helmholtz și amortizoare reactive/disipative. • Probleme care selectează materiale fonoabsorbante și estimează insertion loss. • Probleme care echilibrează atenuarea cu pierderile de sarcină (ex. ajutaje cu ejector).	4



6.	Soluții fundamentale de tip Green • Probleme care construiesc funcții Green în spațiu liber și cu condiții la limită (metoda imaginilor). • Probleme care modelează monopolul, dipolul, cuadrupolul și sursa mobilă (Doppler, timp întârziat). • Probleme care folosesc distribuții și convoluții pentru câmpuri induse de surse neomogene.	6
7.	Aplicații la undele plane /sferice • Probleme care determină directivitatea, impedanța și puterea radiată pentru monopol/dipol/cuadrupol. • Probleme care disting regimul compact vs. extins (kakaka) și câmpul apropiat vs. depărtat.	2
8.	Verificarea temei de casa si susținerea acesteia.	4
Total:		28

Bibliografie:

1. Suport de curs electronic. Cursurile complete in pdf pe Moodle.
2. Bogoi. A., Cican G., Crunțeanu D.E., Fundamentals of acoustics. Lecture notes for engineers, București, Editura Monitorul Oficial, 2024, (344 pag), ISBN 978-973-0-39795-6
3. Bogoi. A., Cican G., Cristea L., Bazele acusticii teoretice și aplicații, Editura Monitorul Oficial, 2024, (280pag), ISBN 978-973-0-39801-4280
4. Bogoi. A., Dănilă S. , Isvoranu D., Ecuatiile generale de transport ale dinamicii fluidelor, Editura Monitorul Oficial, 2021. (563 pag), ISBN:978-973-0-34559-9

10. Evaluare

Tip activitate	10.1 Criterii de evaluare	10.2 Metode de evaluare	10.3 Pondere din nota finală
10.4 Curs	Rezolvarea subiectelor date la lucrarea scrisă(Lucrarea scrisă cuprinde întrebări de sinteză, cu caracter aplicativ și care necesită calcule concrete).	Examen final	20%
	Rezolvarea subiectelor date la lucrarea scrisă(Lucrarea scrisă cuprinde întrebări din primele 4 capitole, cu caracter aplicativ și care necesită calcule concrete).	Evaluare pe parcurs in a 7 sau 8 săptămână	30%
10.5 Seminar/laborator/proiect	Activitate la seminar/lucrările de laborator(simulări numerice) în timpul semestrului	Teste tip quizz, rezolvare de exerciții la tablă sau calculator.	25%
	Temă de casă pe echipe.	Prezentare scrisă docx /pptx .	20%
	Susținere tema de casă	Susținere orală cu toată echipa	5%
10.6 Condiții de promovare			
Punctajul final: 20% din punctajul obținut în urma rezolvării subiectelor de examen și			



Universitatea Națională de Știință și Tehnologie

POLITEHNICA București

Facultatea INGINERIE AEROSPAȚIALĂ



80% din punctajul aferent activității pe parcursul semestrului
Punctajul final se face prin adunarea punctajelor din evaluări. Condiția de promovare este de minim 50 de puncte.

Data completării

Titular de curs

Titular(ii) de aplicații

Conf. Dr. Ing. Mat. Alina BOGOI

Conf. Dr. Ing. Mat. Alina BOGOI

Data avizării în
departament

Director de departament

Data aprobării în
Consiliul Facultății

Decan