

**AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI TƏHSİL  
NAZİRLİYİ**

---

**BAKİ DÖVLƏT UNİVERSİTETİ**

**Mexanika- riyaziyyat fakültəsi**

**«Diferensial və integral tənliklər» kafedrası**

**RİYAZİ FİZİKƏ TƏNLİKLƏRİ**  
kursunun

**P R O Q R A M I**

**Mexanika ixtisası üçün**

**BAKİ – 2008**

**AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI TƏHSİL NAZİRLİYİ**  
**BAKİ DÖVLƏT UNİVERSİTETİ**  
**MEXANİKA-RİYAZİYYAT FAKÜLTƏSİ**  
**«DİFERENSİAL VƏ İNTEQRAL TƏNLİKLƏR»**  
**KAFEDRASİ**  
**«RİYAZİ FİZİKƏ TƏNLİKLƏRİ» kursunun**

**P R O Q R A M I**

**Universitetlər üçün**

**İstiqamət TE 02.00.00 – mexanika**

**İxtisas TE 01.02.00 - mexanika**

*Program*

*Azərbaycan Respublikası Təhsil Nazirliyinin*

*21.10.2008-ci il 1164 sayılı əmri ilə nəşr olunur*

*Bakı Dövlət Universitetinin Nəşriyyatı*

**BAKİ - 2008**

**Tərtib edənlər:**

Bakı Dövlət Universitetinin «Diferensial və  
inteqral tənliklər» kafedrasının əməkdaşları:  
fiz.- riy.elm.nam., prof. **Q.K.Namazov**,  
fiz.- riy.elm.dok., prof. **M.Ə.Quliyev**,  
fiz.-riz.elm.nam., dos. **A.İ.İsmayılov**

**Elmi redaktor:**

Bakı Dövlət Universitetinin «Diferensial və  
inteqral tənliklər kafedrasının əməkdaşı  
fiz.-riy.elm.dok., prof. **N.Ş.İsgəndərov**

**Rəyçi:**

fiz.-riy.elm.dok., prof. **K.İ.Xudaverdiyev**

# **RIYAZI FİZİKA TƏNLİKLƏRİ**

## **ÖN SÖZ**

Riyazi fizika tənlikləri kursu universitetin mexanika-riyaziyyat fakültəsinin bakalavr proqramında yer tutan əsas fənlərdən biridir. Bu fənn V və VI semestrlərdə tədris olunur. Fənnin tədrisi tələbələrdən riyazi analiz, diferensial tənliklər, analitik və diferensial həndəsə, həmçinin ali cəbr kurslarından müəyyən bilik bazasına malik olmalarını tələb edir. Fənnin tədrisindən sonra tələbələr əmin olurlar ki, mexaniki-fiziki proseslərin riyazi modeli olan xüsusi törəməli diferensial tənliklərin həlli müəyyən fiziki kəmiyyəti ifadə etdiyindən, tənliyin həllinin öyrənilməsi mexaniki-fiziki prosesi izləməyə imkan verir.

## **GİRİŞ**

Xüsusi törəməli tənliklər. Belə tənliklərə gətirilən sadə məsələlər. Xüsusi törəməli tənliklərin tərtibi və həlli anlayışları. Riyazi fizikanın əsas tənliklərinin – simin rəqs tənliyinin, istilikkeçirmə tənliyinin, Laplas tənliyinin çıxarılması. Bu tənliklər üçün başlanğıc və sərhəd şərtləri. Başlanğıc şərtlərin və sərhəd şərtlərinin fiziki mahiyyəti. Riyazi fizika tənlikləri üçün sərhəd məsələlərinin qoyuluşu. Həllin varlığı və yeganəliyi, yeganəliyi və korrektiliyi anlayışı.

## **2.XÜSUSİ TÖRƏMƏLİ TƏNLİKLƏRİN TƏSNİFATI**

İkidəyişənli ikitərtibli xüsusi törəməli diferensial tənliklər üçün xarakteristik tənlik anlayışı. Tənliklərin həqiqi və kompleks xarakteristikaları. Xarakteristik əvəzləmə. İkidəyişənli tənliklərin təsnifatı və kanonik şəkə gətirilməsi. Elliptik, hiperbolik və parabolik tənliklərin kanonik şəkilləri. İkitərtibli çoxdəyişənli diferensial tənliklər. Belə tənliklərin bütün oblastda kanonik şəkə gətirilə bilməməsi. Tənliyin nöqtədə kanonik şəkə gətirilməsi və təsnifatı.

### 3. DALĞA TƏNLİYİ

**Simin rəqs tənliyi üçün Koşi məsələsi.** Sonsuz simin rəqs tənliyi üçün Koşi məsələsinin qoyuluşu. Başlanğıc şərtlərdən istifadə edərək ümumi həldən simin rəqs tənliyi üçün Koşi məsələsinin həllinin – Dalamber düsturunun çıxarılışı. Dalamber düsturu ilə göstərilən funksiyanın Koşi məsələsinin həlli olması üçün başlanğıc funksiyalar üzərinə qoyulan şərtlər. Koşi məsələsinin həllinin başlanğıc funksiyalardan kəsilməz asılılığı.

**Simin rəqs tənliyi üçün qarışıq məsələ.** Simin rəqs tənliyi üçün qarışıq məsələnin qoyuluşu. Qarışıq məsələnin həllinin yeganəliyi. Ucları bərkidilmiş halda simin sərbəst rəqs tənliyi üçün qoyulmuş qarışıq məsələnin Furiye metodu ilə həlli. Məxsusi ədədlərin və məxsusi funksiyaların tapılması üçün Şturm-Liuvill məsələsi. Qarışıq məsələnin həllinin məxsusi funksiyalara nəzərən Furiye sırası şəkilində göstərilməsi: Furiye metodunun əsaslandırılması. Həll üçün alınmış sıranın və bu sıranın iki dəfə hədbəhəd diferensiallanmasıdan alınan sıraların müntəzəm yığılması: Sıranın cəminin qarışıq məsələnin həlli olduğunun göstərilməsi: Qeyri-bircins tənlik üçün Furiye üsulu.

**Dalğa tənliyi üçün Koşi məsələsi.** Dalğa tənliyi üçün Koşi məsələsinin qoyuluşu. Koşi məsələsinin həllinin yeganəliyi. Xarakteristik konusun oturacağında verilmiş

başlanğıc şərtlərə görə konusun təpə nöqtəsində həllin birqiymətli təyin olunmasının göstərilməsi. Koşi məsələsinin həlli. Kürə səthi üzrə götürülmüş inteqralın – Kirxhof düsturunun dalğa tənliyini və başlanğıc şərtləri ödədiyinin göstərilməsi. Başlanğıc funksiyalar kafi qədər hamar olduqda Koşi məsələsinin həllinin Puasson düsturu vasitəsilə verilməsi. Qeyri-bircins dalğa tənliyi üçün Koşi məsələsinin həlli.

### 4. İSTİLİKKEÇİRMƏ TƏNLİYİ

**İstilikkeçirmə tənliyi üçün qarışıq məsələ.** İstilikkeçirmə tənliyi üçün qarışıq məsələnin qoyuluşu. Maksimum prinsipi. İstilikkeçirmə tənliyi üçün qarışıq məsələlərin həllinin yeganəliyinin isbatı. Qarışıq məsələnin həllinin başlanğıc və sərhəd şərtindən kəsilməz asılılığı. İstilikkeçirmə tənliyi üçün birinci qarışıq məsələnin həlli: Həllin dəyişənlərinə ayrılması, məxsusi ədədlər və məxsusi funksiyaların tapılması üçün Şturm-Liuvill sərhəd məsələsinin həlli. Həllin məxsusi funksiyalara nəzərən Furiye sırası şəkilində göstərilməsi. Furiye metodunun əsaslandırılması. Qeyri-bircins istilikkeçirmə tənliyi üçün qoyulmuş birinci qarışıq məsələnin Furiye metodu ilə həlli. Furiye metodunun əsaslandırılması.

**İstilikkeçirmə tənliyi üçün Koşi məsələsi.** Koşi məsələsinin qoyuluşu. Koşi məsələsinin həllinin yeganəliyinin isbatı. Koşi məsələsinin həlli üçün Puasson düsturunun çıxarılışı. Puasson düsturunun əsaslandırılması. Puasson düsturu ilə ifadə olunan həllin başlanğıc şərtini ödəməsi.

## 5. LAPLAS TƏNLIYI VƏ HARMONİK FUNKSIYALAR

Laplas operatoru. Məhdud və qeyri-məhdud oblastlarda harmonik funksiyalar. Harmonik funksiyaların xətti kombinasiyası. Harmonik funksiyalara aid misallar. Laplas tənliyi üçün fundamental həll anlayışı. Fəzanın ölçüsü  $n = 3$  və  $n = 2$  olduğu hallar. İxtiyari hamar funksiyanın inteqral göstərilişi. Sadə lay, ikiqat lay və həcm potensialları. Potensialın sıxlığı. Sıxlıqları mütləq cəmlənən funksiyalar olan sadə lay və ikiqat lay potensiallarının məhdud və qeyri-məhdud oblastlarda harmonikliyi. Harmonik funksiyaların xassələri: maksimum prinsipi, orta qiymət xassəsi, istənilən tərtib törəmələrin varlığı. Orta qiymət xassəsi üçün tərs teorem. Orta qiymət xassəsini odəyən və eynilik kimi sabit olmayan kəsilməz funksiyanın oblastın daxilində ən böyük və ən kiçik qiymətlərini ala bilməməsi. Harmonik funksiyalar ardıcılığının müntəzəm yığılması və limit funksiyanın

harmonikliyi haqqında Harnak teoremləri. Həcm potensialı. Sıxlığı kəsilməz diferensiallanan funksiya olan həcm potensialının Puasson tənliyini ödəməsi.

## 6. DİRİXLE VƏ NEYMAN MƏSƏLƏLƏRİ

Daxili və xarici oblastlar. Bu oblastlarda Laplas və Puasson tənlikləri üçün Dirixle və Neyman məsələlərinin qoyuluşu. Daxili oblastlar üçün Dirixle məsələsinin həllinin yeganəliyi, harmonik funksiyalar üçün maksimum prinsipinin bilavasitə nəticəsi kimi. Xarici oblastlar üçün Dirixle məsələsinin həllinin yeganəliyi. Dairə üçün daxili və xarici Dirixle məsələsi. Dirixle məsələsi üçün Qrin funksiyası. Qrin funksiyasının köməyi ilə Puasson tənliyi üçün Dirixle məsələsinin həllinin ifadəsi. Kürə üçün Qrin funksiyasının qurulması. Puasson düsturu. Puasson nüvəsi və onun xassələri. Puasson düsturu ilə ifadə olunan funksiyanın daxili Dirixle məsələsinin həlli olması. Liuvill teoremi. Kürə üçün xarici Dirixle məsələsi. Neyman məsələsinin həllinin varlığı üçün zəruri şərt, məsələnin həlli üçün yeganəlik teoremi.

## ƏDƏBİYYAT

1. С.Г.Михлин, Линейные уравнения в частных производных. М.: «Высшая школа», 1977.
2. А.В.Бицадзе, Уравнения математической физики. М.: «Наука», 1982.
3. С.Л.Соболев, Уравнения математической физики. М.: «Наука», 1966.
4. Q.K.Namazov, M.İ.Əliyev, A.S.Fərəcov. Riyazi fizika tənlikləri. Bakı, 2008.
5. A.N.Tixonov, A.A.Samarskiy. Riyazi fizika tənlikləri, Azərbaycan Dövlət tədris-pedaqoji ədəbiyyatı nəşriyyatı, Bakı, 1962.
6. Г.Н.Положий, Уравнения математической физики. М.: «Высшая школа», 1964.

## MÖVZULARA AYRILAN DƏRS SAATLARININ MİQDARI

Sıra sayı	Mövzuların adları	Müh.saət .miqd.
<b>1. GİRİŞ</b>		
1.	Bəzi köməkçi anlayışlar. Riyazi fizikanın əsas tənliklərinin çıxarılışı	3
2.	Riyazi fizika tənlikləri üçün sərhəd məsələlərinin qoyuluşu	2
3.	Xarakteristika. Koşi məsələsi. Korrektlik anlayışı. Adamar misalı	2
<b>2.XÜSUSİ TÖRƏMƏLİ TƏNLİKLƏRİN TƏSNİFATI</b>		
4.	İkitərtibli ikidəyişənli tənliklərin təsnifatı və kanonik şəklə gətirilməsi	3
5.	İkitərtibli çoxdəyişənli tənliklər. Onların nöqtədə kanonik şəklə gətirilməsi və təsnifatı	2
<b>3.DALĞA TƏNLIYI</b>		
8.	Simin rəqs tənliyi üçün Koşi məsələsi. Dalamber düsturu	2
9.	Dalğa tənliyi üçün Koşi məsələsi. Yeganəlik teoremi	2
10.	Bircins dalğa tənliyi üçün Koşi məsələsinin həllinin qurulması	2
11.	Simin rəqs tənliyi üçün qarışıq məsələnin Furiye üsulu ilə həlli	2
12.	Furiye üsulunun əsaslandırılması	2
<b>4. İSTİLİKKEÇİRMƏ TƏNLIYI</b>		
13.	Maksimum Prinsipi. Qarışıq məsələnin	2

	qoyuluşu. Həllin yeganəliyi	
14.	Koşi məsələsi. Həllin yeganəliyi	2
15.	Koşi məsələsinin həlli üçün Puasson düsturunun çıxarılışı	2
16.	Puasson düsturunun əsaslandırılması	2
17.	Qarışıq məsələnin Furye üsulu ilə həlli	2
<b>5.LAPLAS TƏNLIYI İLƏ HARMONİK FUNKSIYALAR</b>		
18.	Harmonik funksiyalar. Fundamental həll	2
19.	İxtiyari hamar funksiyanın inteqral göstərişi. Potensiallar	2
20.	Lay potensiallarının harmonikliyi	2
21.	Harmonik funksiyalar üçün maksimum prinsipi və orta qiymət xassəsi	2
<b>6.DİRİXLE VƏ NEYMAN MƏSƏLƏLƏRİ</b>		
22.	Dirixle və Neyman məsələlərinin qoyuluşu. Yeganəlik teoremləri	2
23.	Dirixle məsələsinin Qrin funksiyası. Kürə üçün daxili Dirixle məsələsi	2
24.	Puasson düsturunun əsaslandırılması	2
25.	Kürə üçün xarici Dirixle məsələsi	2