



OKAN ÜNİVERSİTESİ  
MÜHENDİSLİK-MİMARLIK FAKÜLTESİ  
MÜHENDİSLİK TEMEL BİLİMLERİ BÖLÜMÜ

2016.03.30

MAT372 K.T.D.D. – Arasınav

N. Course

ADI: Ö R N E K T İ R

SOYADI: S A M P L E

ÖĞRENCİ NO:

İMZA:

Süre: 60 dk.

Sınav sorularından 2 tanesini seçerek cevaplayınız.

Do not open the exam until you are told that you may begin. Sınavın başladığı yüksek sesle söylenene kadar sayfayı çevirmeyin.

1. You will have 60 minutes to answer 2 questions from a choice of 3. If you choose to answer more than 2 questions, then only your best 2 answers will be counted.
2. The points awarded for each part, of each question, are stated next to it.
3. All of the questions are in English. You may answer in English or in Turkish.
4. You must show your working for all questions.
5. Write your student number on every page.
6. This exam contains 8 pages. Check to see if any pages are missing.
7. If you wish to leave before the end of the exam, give your exam script to an invigilator and leave the room quietly. You may not leave in the first 20 minutes, or in the final 10 minutes, of the exam.
8. Calculators, mobile phones and any digital means of communication are forbidden. The sharing of pens, erasers or any other item between students is forbidden.
9. All bags, coats, books, notes, etc. must be placed away from your desks and away from the seats next to you. You may not access these during the exam. Take out everything that you will need before the exam starts.
10. Any student found cheating or attempting to cheat will receive a mark of zero (0), and will be investigated according to the regulations of Yükseköğretim Kurumları Öğrenci Disiplin Yönetmeliği.
1. Sınav süresi toplam 60 dakikadır. Sınavda 3 soru sorulmuştur. Bu sorulardan 2 tanesini seçerek cevaplayınız. 2'den fazla soruyu cevaplarsanız, en yüksek puanı aldığımız 2 sorunun cevapları geçerli olacaktır.
2. Soruların her bölümünün kaç puan olduğu yanlarında belirtilmiştir.
3. Tüm sorular İngilizce'dir. Cevaplarınızı İngilizce yada Türkçe verebilirsiniz.
4. Sonuca ulaşmak için yaptığımız işlemleri ayrıntılarıyla gösteriniz.
5. Öğrenci numaranızı her sayfaya yazınız.
6. Sınav 8 sayfadan oluşmaktadır. Lütfen eksik sayfa olup olmadığını kontrol edin.
7. Sınav süresi sona ermeden sınavınızı teslim edip çıkmak isterseniz, sınav kağıdınızı gözetmenlerden birine veriniz ve sınav salonundan sessizce çıkınız. Sınavın ilk 20 dakikası ve son 10 dakikası içinde sınav salonundan çıkmanız yasaktır.
8. Sınav esnasında hesap makinesi, cep telefonu ve dijital bilgi alışverişi yapılan her türlü malzemelerin kullanımı ile diğer silgi, kalem, vb. alışverişlerin yapılması kesinlikle yasaktır.
9. Çanta, palto, kitap ve ders notlarınız gibi eşyalarınız sıraların üzerinden ve yanınızdaki sandalyeden kaldırılmalıdır. Sınav süresince bu tür eşyaları kullanmanız yasaktır, bu nedenle ihtiyacınız olacak her şeyi sınav başlamadan yanınıza alınız.
10. Her türlü sınav, ve diğer çalışmada, kopya çeken veya kopya çekme girişiminde bulunan bir öğrenci, o sınav ya da çalışmadan sıfır (0) not almış sayılır, ve o öğrenci hakkında Yükseköğretim Kurumları Öğrenci Disiplin Yönetmeliği hükümleri uyarınca disiplin kovuşturması yapılır.

1	2	3	TOPLAM
50	50	50	100

ÖRNEKTİR

ÖRNEKTİR

ÖRNEKTİR

ÖRNEKTİR

ÖRNEKTİR

ÖRNEKTİR

Canonical Forms:

$$\begin{aligned}
 Au_{xx} + Bu_{xy} + Cu_{yy} + Du_x + Eu_y + Fu &= G \\
 A^* &= A\xi_x^2 + B\xi_x\xi_y + C\xi_y^2 \\
 B^* &= 2A\xi_x\xi_y + B(\xi_x\xi_y + \xi_y\xi_x) + 2C\xi_x\xi_y \\
 C^* &= A\xi_x^2 + B\xi_x\xi_y + C\xi_y^2 \\
 D^* &= A\xi_{xx} + B\xi_{xy} + C\xi_{yy} + D\xi_x + E\xi_y \\
 E^* &= A\xi_{xx} + B\xi_{xy} + C\xi_{yy} + D\xi_x + E\xi_y \\
 F^* &= F \\
 G^* &= G \\
 H^* &= -D^*u_\xi - E^*u_\eta - F^*u + G^* \\
 \frac{dy}{dx} &= \frac{B \pm \sqrt{\Delta}}{2A}
 \end{aligned}$$

Fourier Transforms:

$$\begin{aligned}
 F(\omega) &= \mathcal{F}[f](\omega) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} f(x)e^{-i\omega x} dx \\
 f(x) &= \mathcal{F}^{-1}[F](x) = \int_{-\infty}^{\infty} F(\omega)e^{i\omega x} d\omega
 \end{aligned}$$

$f(x)$	$F(\omega)$
$u_t(x, t)$	$U_t(\omega, t)$
$u_x(x, t)$	$i\omega U(\omega, t)$
$u_{xx}(x, t)$	$-\omega^2 U(\omega, t)$
$e^{-\alpha x^2}$	$\frac{1}{\sqrt{4\pi\alpha}} e^{-\frac{\omega^2}{4\alpha}}$
$\frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} f(\xi)g(x - \xi) d\xi$	$F(\omega)G(\omega)$
$\delta(x - x_0)$	$\frac{1}{2\pi} e^{-i\omega x_0}$
$f(x - \beta)$	$e^{-i\omega\beta} F(\omega)$
$xf(x)$	$iF_\omega(\omega)$
$\frac{2\alpha}{x^2 + \alpha^2}$	$e^{- \omega \alpha}$
$f(x) = \begin{cases} 0 &  x  > a \\ 1 &  x  < a \end{cases}$	$\frac{\sin a\omega}{\pi\omega}$

Famous PDEs:

$u_t = ku_{xx}$	heat equation
$u_{tt} - c^2u_{xx} = 0$	wave equation
$\nabla^2 u = 0$	Laplace's Equation

Fourier Series:

$$\begin{aligned}
 f(x) &= \frac{a_0}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} a_k \cos \frac{k\pi}{L}x + b_k \sin \frac{k\pi}{L}x \\
 a_0 &= \frac{1}{L} \int_{-L}^L f(x) dx \\
 a_k &= \frac{1}{L} \int_{-L}^L f(x) \cos \frac{k\pi}{L}x dx \\
 b_k &= \frac{1}{L} \int_{-L}^L f(x) \sin \frac{k\pi}{L}x dx
 \end{aligned}$$

If  $f(x) = \sum_{k=1}^{\infty} a_n \cos \frac{n\pi x}{L}$  then

$$f'(x) = \sum_{k=1}^{\infty} -\left(\frac{n\pi}{L}\right) a_n \sin \frac{n\pi x}{L}.$$

If  $f(x) = \sum_{k=1}^{\infty} b_n \sin \frac{n\pi x}{L}$  then

$$\begin{aligned}
 f'(x) &= \frac{1}{L} [f(L) - f(0)] \\
 &+ \sum_{k=1}^{\infty} \left[ \frac{n\pi}{L} b_n + \frac{2}{L} ((-1)^n f(L) - f(0)) \right] \cos \frac{n\pi x}{L}.
 \end{aligned}$$

ODEs:

The solution of  $\phi' = \mu\phi$  is

$$\phi(x) = Ae^{\mu x}.$$

The solution of  $\phi'' = \mu^2\phi$  is

$$\begin{aligned}
 \phi(x) &= Ae^{\mu x} + Be^{-\mu x} \\
 &= C \cosh \mu x + D \sinh \mu x.
 \end{aligned}$$

The solution of  $\phi'' = -\mu^2\phi$  is

$$\phi(x) = A \cos \mu x + B \sin \mu x.$$

The solution of  $x(x\phi')' - \mu^2\phi = 0$  ( $\mu \neq 0$ ) is

$$\phi(x) = Ax^{-\mu} + Bx^\mu.$$

The solution of  $x(x\phi')' = 0$  is

$$\phi(x) = A \log x + B.$$

ÖRNEKTİR  
ÖRNEKTİR  
ÖRNEKTİR  
ÖRNEKTİR  
ÖRNEKTİR  
ÖRNEKTİR

Soru 1 (Characteristics) Consider the PDE

$$\frac{\partial u}{\partial t} + \frac{u}{3} \frac{\partial u}{\partial x} = 0 \quad (1)$$

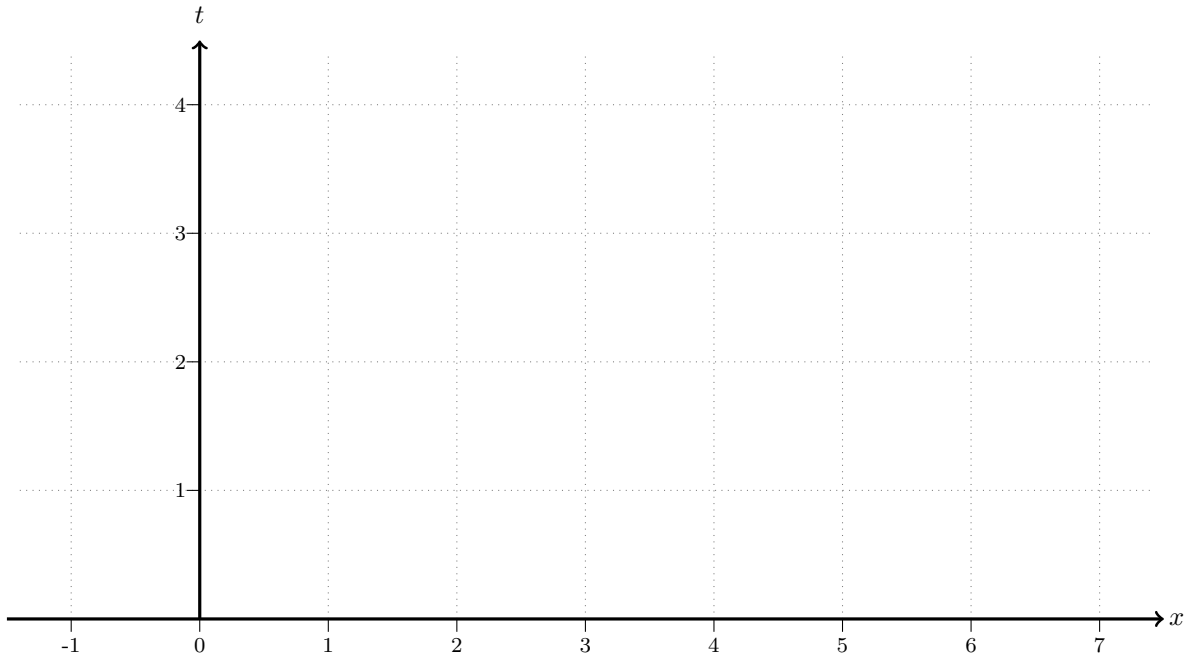
with the initial condition

$$u(x, 0) = \begin{cases} 1 & x < 2 \\ 3 & x > 2. \end{cases} \quad (2)$$

(a) [1p] Please write your student number at the top right of this page.

(b) [5p] Replace (1) by a system of 2 ODEs.

(c) [15p] Plot the characteristics ( $t$  against  $x$ ) for this problem.



(d) [2p] Does this problem have *fan-like characteristics*, *shock wave characteristics*, *neither* or *both*? [Mark  only one box.]

fan-like characteristics     shock wave characteristics     neither     both

(e) [15p] Solve

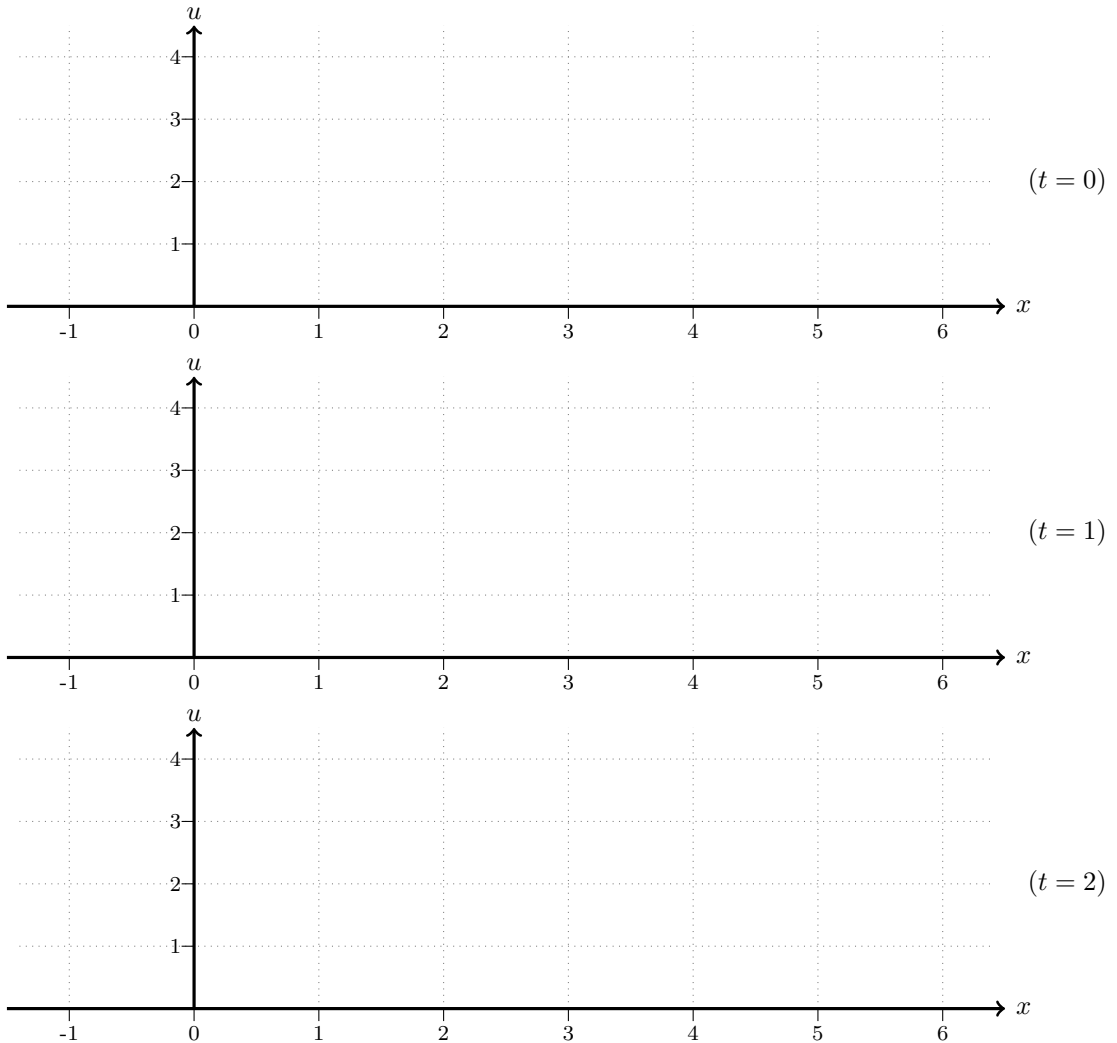
$$\frac{\partial u}{\partial t} + \frac{u}{3} \frac{\partial u}{\partial x} = 0$$

subject to

$$u(x, 0) = \begin{cases} 1 & x < 2 \\ 3 & x > 2. \end{cases}$$

$$u(x, t) = \left\{ \right.$$

(f) [3 × 4p] Sketch the graph ( $u$  against  $x$ ) of the solution at times  $t = 0$ ,  $t = 1$  and  $t = 2$ .



ÖRNEKTİR  
ÖRNEKTİR  
ÖRNEKTİR  
ÖRNEKTİR  
ÖRNEKTİR

**Soru 2 (Change of variables)** Consider the second order, linear PDE

$$A(x, y)u_{xx} + B(x, y)u_{xy} + C(x, y)u_{yy} + D(x, y)u_x + E(x, y)u_y + F(x, y)u = G(x, y). \quad (3)$$

Suppose that  $\xi(x, y)$  and  $\eta(x, y)$  are twice continuously differentiable functions of  $x$  and  $y$ . Using the chain rule, we can calculate that

$$u_x = \frac{\partial u}{\partial x} = \frac{\partial u}{\partial \xi} \frac{\partial \xi}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial \eta} \frac{\partial \eta}{\partial x} = u_\xi \xi_x + u_\eta \eta_x.$$

- (a) [1p] Please write your student number at the top right of this page.
- (b) [24p] Use the chain rule to find formulae for  $u_y$ ,  $u_{xy}$ ,  $u_{xx}$  and  $u_{yy}$  in terms of  $u_{\xi\xi}$ ,  $u_{\xi\eta}$ ,  $u_{\eta\eta}$ ,  $u_\xi$ ,  $u_\eta$ ,  $u$ ,  $\xi_{xx}$ ,  $\xi_{xy}$ ,  $\xi_{yy}$ ,  $\xi_x$ ,  $\xi_y$ ,  $\eta_{xx}$ ,  $\eta_{xy}$ ,  $\eta_{yy}$ ,  $\eta_x$  and  $\eta_y$ .

$$u_y =$$

$$\begin{aligned} u_{xy} &= (u_x)_y \\ &= (u_\xi \xi_x + u_\eta \eta_x)_y \\ &= \end{aligned}$$

$$u_{xx} =$$

$$u_{yy} =$$

By substituting your answers to part (b) into (3), we obtain an equation of the form

$$A^*(\xi, \eta)u_{\xi\xi} + B^*(\xi, \eta)u_{\xi\eta} + C^*(\xi, \eta)u_{\eta\eta} + D^*(\xi, \eta)u_{\xi} + E^*(\xi, \eta)u_{\eta} + F^*(\xi, \eta)u = G^*(\xi, \eta). \quad (4)$$

(c) [25p] Show that

$$B^*(\xi, \eta) = 2A\xi_x\eta_x + B(\xi_x\eta_y + \xi_y\eta_x) + 2C\xi_y\eta_y.$$

ÖRNEKTİR

ÖRNEKTİR

ÖRNEKTİR

ÖRNEKTİR

ÖRNEKTİR

ÖRNEKTİR

**Soru 3 (General Solution)** Consider the partial differential equation

$$u_{xx} - \frac{1}{c^2}u_{yy} = -\frac{4}{c^2}y - \frac{4}{c^3}x \quad (5)$$

where  $c \neq 0$  is a constant.

(a) [1p] Please write your student number at the top right of this page.

(b) [1p] Equation (5) is a

1<sup>st</sup> order PDE;  2<sup>nd</sup> order PDE;  3<sup>rd</sup> order PDE;  4<sup>th</sup> order PDE.

(c) [1p] Equation (5) is a

homogeneous PDE;  non-homogeneous PDE.

(d) [1p] Equation (5) is

linear;  non-linear AND quasilinear;  non-linear, but not quasilinear.

The discriminant of (5) is  $\Delta = B^2 - 4AC = \frac{4}{c^2} > 0$ .

(e) [1p] Equation (5) is a/an

hyperbolic PDE;  parabolic PDE;  elliptic PDE.

The characteristic equation of (5) is

$$\frac{dy}{dx} = \frac{B \pm \sqrt{\Delta}}{2A} = \pm \frac{1}{c}$$

which has solutions  $y + \frac{x}{c} = (\text{constant})$  and  $y - \frac{x}{c} = (\text{constant})$ .

(f) [22p] Find a canonical form for (5).

Let  $\xi =$  \_\_\_\_\_ and  $\eta =$  \_\_\_\_\_. Then

$$\begin{aligned} \xi_x &= & \eta_x &= \\ \xi_y &= & \eta_y &= \\ \xi_{xx} &= & \eta_{xx} &= \\ \xi_{xy} &= & \eta_{xy} &= \\ \xi_{yy} &= & \eta_{yy} &= \end{aligned}$$

and

$$\begin{aligned} A^* &= \\ B^* &= \\ C^* &= \\ D^* &= \\ E^* &= \\ F^* &= \\ G^* &= \end{aligned}$$

Since  $-\frac{4}{c^2}y - \frac{4}{c^3}x =$  \_\_\_\_\_, we have that  
It follows that a canonical form for (5) is

(g) [23p] Find the general solution to

$$u_{xx} - \frac{1}{c^2}u_{yy} = -\frac{4}{c^2}y - \frac{4}{c^3}x$$

where  $c \neq 0$  is a constant.

ÖRNEKTİR

ÖRNEKTİR

ÖRNEKTİR

ÖRNEKTİR

ÖRNEKTİR

ÖRNEKTİR