

# Análise Matemática IV

## Problemas para as Aulas Práticas

20 de Fevereiro de 2006

### Semana 13

1. Determine os valores de  $\lambda$  para os quais os seguintes problemas de valores fronteira têm soluções não triviais:

(a)  $y'' - 2y' + (1 + \lambda)y = 0$ ;  $y(0) = 0$ ,  $y(1) = 0$ .

(b)  $y'' + \lambda y = 0$ ;  $y(0) = y(2\pi)$ ,  $y'(0) = y'(2\pi)$ .

2. a) Recorrendo ao método de separação de variáveis, determine as soluções para  $t \geq 0$  e para  $x \in [0, 1]$  de

$$\begin{cases} \frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + u & \text{se } x \in ]0, 1[ \\ u(0, t) = 0 & \text{se } t > 0 \\ u(1, t) = \text{sen } 1 & \text{se } t > 0 \end{cases}$$

b) Determine a solução que satisfaz a condição inicial

$$u(x, 0) = 3\text{sen}(2\pi x) - 7\text{sen}(4\pi x) + \text{sen}(x).$$

3. Determine a solução dos seguinte problema de valor inicial e condição na fronteira:

$$u_t = \alpha^2 u_{xx}, \quad x \in (0, \pi), \quad \text{com} \begin{cases} u(0, t) = u(\pi, t) = 0 \\ u(x, 0) = \text{sen}(x) - 2 \text{sen}(5x). \end{cases}$$

4. Determine a solução dos seguinte problema de valor inicial e condição na fronteira:

$$u_t = u_{xx} - u, \quad x \in (0, L), \quad \text{com} \begin{cases} u_x(0, t) = u_x(L, t) = 0 \\ u(x, 0) = \cos(3\pi x/L). \end{cases}$$

5. Calcule a série de Fourier da função  $f : [-1, 1] \rightarrow \mathbb{R}$  definida por

$$f(x) = \begin{cases} -1 & \text{se } -1 \leq x \leq 0, \\ +1 & \text{se } 0 < x \leq 1. \end{cases}$$

6. Determine a série de Fourier da função  $g(x) = L - |x|$ , no intervalo  $[-L, L]$ . Utilizando a série obtida num ponto adequado, aproveite para mostrar que

$$\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{1}{(2n-1)^2} = 1 + \frac{1}{3^2} + \frac{1}{5^2} + \dots = \frac{\pi^2}{8}.$$

7. Determine a série de Fourier da função  $h(x) = x^2$ , no intervalo  $x \in [-L, L]$ . Utilizando a série obtida num ponto adequado, aproveite para mostrar que

$$\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{1}{n^2} = 1 + \frac{1}{2^2} + \frac{1}{3^2} + \dots = \frac{\pi^2}{6}.$$

8. Calcule a série de Fourier da onda sinusoidal rectificada, isto é, de

$$f(x) = \begin{cases} \operatorname{sen} x & \text{se } \operatorname{sen} x > 0 \\ 0 & \text{se } \operatorname{sen} x \leq 0 \end{cases}$$

9. Desenvolva a função definida no intervalo  $[0, 1]$  por  $f(x) = 1$  numa série de senos e indique para que valores converge (pontualmente) a série obtida.
10. Considere a função  $f : [0, 1] \rightarrow \mathbb{R}$  definida por  $f(x) = x$ . Determine:
- (a) a série de Fourier associada a  $f$ ;
  - (b) a série de senos associada a  $f$ ;
  - (c) a série de cossenos associada a  $f$ .