TEMPO DE PROVA: 2h

Questão 1: (3.0 pontos)
Resolva o problema de valor inicial

$$\begin{cases} y'' - 4y' + 3y = g(t), \\ y(0) = 0,\ y'(0) = 0, \end{cases}$$

onde $g : [0, +\infty[\to \mathbb{R}$ é a função definida por

$$g(t) = \begin{cases} 4e^t \text{ se } 0 \leq t < 2, \\ 0 \text{ se } t \geq 2. \end{cases}$$

Questão 2: (2.5 pontos)
Seja $f : [0, 2] \to \mathbb{R}$, a função definida por

$$f(x) = 2 - x.$$

(a) Determine a série de Fourier em cossenos de f.

(b) Esboce o gráfico da série de Fourier obtida no item (a) no intervalo $[-6, 6]$.

(c) Calcule o valor da série

$$\sum_{k=0}^{+\infty} \frac{1}{(2k+1)^2}.$$

Questão 3: (2.0 pontos)
Encontre as autofunções e autovalores do problema

$$\begin{cases} x^2y'' + xy' + \lambda y = 0, \\ y(1) = y(e) = 0. \end{cases}$$

(Dica: use a equação de Euler.)

Questão 4: (2.5 pontos)
Determine a solução $u(x,t)$ do problema

$$\begin{cases} u_{xx}(x,t) - u_{tt}(x,t) = u & x \in (0,\pi), t \in (0,\infty), \\ u(0,t) = u(\pi,t) = 0 & t \in (0,\infty), \\ u(x,0) = f(x) & x \in (0,\pi), \\ u_t(x,0) = 0 & x \in (0,\pi), \end{cases}$$

onde

$$f(x) = \begin{cases} x \text{ se } 0 \leq x \leq \pi/2, \\ (\pi - x) \text{ se } \pi/2 < x \leq \pi. \end{cases}$$

Justifique todas as suas respostas! Apresente seus cálculos.

FÓRMULAS ÚTEIS NO VERSO!

A : Para $a = \lambda + i\mu$ complexo, e para x real positivo,

$$x^a = x^\lambda \cos(\mu \log(x)) + i x^\lambda \mathrm{sen}(\mu \log(x)).$$

B : O problema

$$\begin{cases} y'' = \lambda y, \\ y(0) = 0, y(L) = 0, \end{cases}$$

tem autovalores $\lambda = -n^2\pi^2/L^2$, $n \in \{1, 2, 3, ...\}$, e as autofunções correspondentes são

$$y_n(x) = \mathrm{sen}\left(\frac{n\pi x}{L}\right), \ n \geq 1.$$

C : Transformadas de Laplace elementares.

f	$\mathcal{L}[f]$
1	$\frac{1}{s}, \ s > 0$
$t^m \ (m \in \mathbb{N})$	$\frac{m!}{s^{m+1}}, \ s > 0$
e^{at}	$\frac{1}{s-a}, \ s > a$
$t^m e^{at} \ (m \in \mathbb{N})$	$\frac{m!}{(s-a)^{m+1}}, \ s > a$
$\mathrm{sen}(at)$	$\frac{a}{s^2+a^2}, \ s > 0$
$\cos(at)$	$\frac{s}{s^2+a^2}, \ s > 0$
$e^{at}\mathrm{sen}(bt)$	$\frac{b}{(s-a)^2+b^2}, \ s > a$
$e^{at}\cos(bt)$	$\frac{(s-a)}{(s-a)^2+b^2}, \ s > a$
$\mathrm{senh}(at)$	$\frac{a}{s^2-a^2}, \ s > \|a\|$
$\cosh(at)$	$\frac{s}{s^2-a^2}, \ s > \|a\|$
$\delta(t-a)$	e^{-as}
$u_a(t)f(t-a)$	$e^{-as}\mathcal{L}[f](s)$
$e^{at}f$	$\mathcal{L}[f](s-a)$
$f^{(m)}(t)$	$s^m\mathcal{L}[f](s) - s^{m-1}f(0) - ... - f^{(m-1)}(0)$