

Universidade de Aveiro  
Departamento de Matemática

Cálculo II - Agrupamento 4

2020/21

Folha 2: Soluções

---

1. Aplicar o Critério de Weierstrass (alínea (a)) e as propriedades da convergência uniforme (alínea (b)).

2. (a)  $e^{-x^2} = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n}{n!} x^{2n} = 1 - x^2 + \frac{x^4}{2!} - \frac{x^6}{3!} + \dots + \frac{(-1)^n}{n!} x^{2n} + \dots, \quad x \in \mathbb{R}.$

(b)  $\cosh x = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{x^{2n}}{(2n)!} = 1 + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^4}{4!} + \dots + \frac{x^{2n}}{(2n)!} + \dots, \quad x \in \mathbb{R}.$

(c)  $\sinh(3x) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{3^{2n+1} x^{2n+1}}{(2n+1)!} = 3x + \frac{3^3}{3!} x^3 + \dots + \frac{3^{2n+1}}{(2n+1)!} x^{2n+1} + \dots, \quad x \in \mathbb{R}.$

(d)  $2 \cos^2 x = 1 + \cos(2x) = 1 + \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n 2^{2n}}{(2n)!} x^{2n}$   
 $= 2 - \frac{4}{2!} x^2 + \frac{2^4}{4!} x^4 + \dots + \frac{(-1)^n 2^{2n}}{(2n)!} x^{2n} + \dots, \quad x \in \mathbb{R}.$

(e)  $\frac{1}{4+x^2} = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n}{4^{n+1}} x^{2n} = \frac{1}{4} - \frac{x^2}{4^2} + \frac{x^4}{4^3} - \dots + \frac{(-1)^n}{4^{n+1}} x^{2n} + \dots, \quad x \in ]-2, 2[.$

3. (a)  $e^{-x}, \quad x \in \mathbb{R};$

(b)  $\frac{1}{1+x^3}, \quad x \in ]-1, 1[.$

4. (a)  $\ln(x+1) = \int_0^x \frac{1}{t+1} dt = \dots = \sum_{n=0}^{\infty} (-1)^n \frac{x^{n+1}}{n+1}, \quad x \in ]-1, 1[.$

(Observação: a igualdade é também válida no ponto  $x = 1$ ; a justificação pode ser encontrada no Texto de Apoio).

(b)  $(x+1) \ln(x+1) - x, \quad x \in ]-1, 1[$   
(por integração termo a termo da série da alínea anterior).

5. (a) 1; (b)  $\cosh(1)$ ; (c)  $-3 \ln(2/3)$ ; (d)  $2\sqrt{e}$ .

6. (a) —

(b)  $f(x) = \frac{2x}{(2-x)^2}.$

7. —

8. (a)  $]1, 5[.$

(b)  $f'(4) = 1.$

9. (a)  $xe^{x^3} = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{x^{3n+1}}{n!}, \quad x \in \mathbb{R}.$

(b)  $\int_0^1 xe^{x^3} dx = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{(3n+2)n!}.$

10. Representar  $e^{x^2}$  em série de MacLaurin e derivar a série termo a termo.

11. (a)  $xe^{-x} = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n}{n!} x^{n+1}, \quad x \in \mathbb{R}.$

(b)  $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n (n+1) 2^n}{n!} = -1 - e^{-2}.$

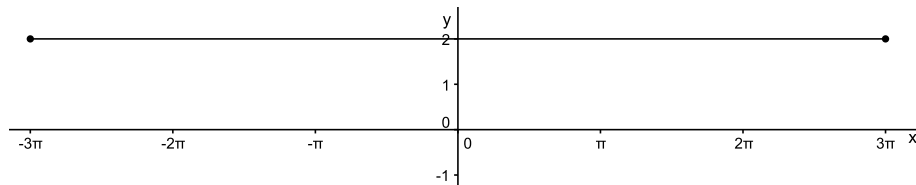
(c)  $|R_0^2 f(x)| < \frac{1}{2} \times 10^{-3}.$

12. (a)  $f(x) \sim \frac{\pi^2}{3} + \sum_{n=1}^{\infty} \left[ (-1)^n \frac{4}{n^2} \cos(nx) + (-1)^{n+1} \frac{2}{n} \operatorname{sen}(nx) \right];$

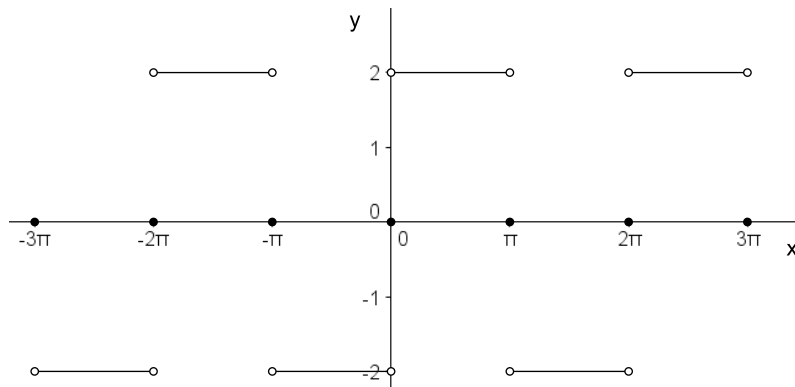
(b)  $g(x) \sim \frac{\sinh(\pi)}{\pi} + \sum_{n=1}^{\infty} 2 \frac{\sinh(\pi)}{\pi} \left[ \frac{(-1)^n}{n^2 + 1} \cos(nx) + \frac{(-1)^{n+1} n}{n^2 + 1} \operatorname{sen}(nx) \right];$

(c)  $h(x) \sim \sum_{n=1}^{\infty} 2 \frac{1 - (-1)^n}{n\pi} \operatorname{sen}(nx) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{4}{(2n-1)\pi} \operatorname{sen}((2n-1)x).$

13. Soma da série de cossenos:  $s(x) = 2;$



Soma da série de senos:  $S(x) = \begin{cases} -2 & , \quad x \in ]-\pi + 2k\pi, 2k\pi[ \\ 0 & , \quad x = k\pi \\ 2 & , \quad x \in ]2k\pi, \pi + 2k\pi[ \end{cases} \quad (k \in \mathbb{Z}).$



14. Série de Fourier de senos:  $\sum_{k=1}^{\infty} \frac{8}{\pi} \frac{k}{4k^2 - 1} \operatorname{sen}(2kx).$

A série de Fourier de cossenos reduz-se à função  $\cos x$ .

15. (a)  $f(x) \sim \frac{\pi^2}{3} + \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{4}{n^2} \cos(nx), \quad x \in \mathbb{R}.$

(b) A função  $f$  é contínua e seccionalmente diferenciável em  $\mathbb{R}$ . Portanto, a soma da série coincide com a própria função  $f$  (em  $\mathbb{R}$ ). Notar que  $f(x) = x^2$  em  $[-\pi, \pi]$ .

- (c) Tomar, em particular,  $x = 0$  na representação indicada na alínea (b).
- (d) Sugestão: aplique o Critério de Weierstrass.
- (e) Integrar ambos os membros da igualdade em (b), tendo em conta o resultado indicado em (d).

16. (a) –

(b) Aplicar o Critério de Weierstrass justificar a convergência uniforme. A soma é  $s(x) = |\operatorname{sen} x|$ ,  $x \in \mathbb{R}$ .

(c) –

(d)  $\frac{2-\pi}{4}$ .