

**Exame Final Nacional de Matemática A**  
**Prova 635 | 2.ª Fase | Ensino Secundário | 2018**

12.º Ano de Escolaridade

Decreto-Lei n.º 139/2012, de 5 de julho

**Caderno 1**

Duração da Prova (Caderno 1 + Caderno 2): 150 minutos. | Tolerância: 30 minutos.

**7 Páginas**

---

**Caderno 1: 75 minutos. Tolerância: 15 minutos.**  
**É permitido o uso de calculadora.**

---

Utilize apenas caneta ou esferográfica de tinta azul ou preta.

É permitido o uso de régua, compasso, esquadro e transferidor.

Só é permitido o uso de calculadora no Caderno 1.

Não é permitido o uso de corretor. Risque aquilo que pretende que não seja classificado.

Apresente as suas respostas de forma legível.

Apresente apenas uma resposta para cada item.

A prova inclui um formulário.

As cotações dos itens de cada caderno encontram-se no final do respetivo caderno.

---

---

Na resposta aos itens de escolha múltipla, selecione a opção correta. Escreva, na folha de respostas, o número do item e a letra que identifica a opção escolhida.

Na resposta aos restantes itens, apresente todos os cálculos que tiver de efetuar e todas as justificações necessárias. Quando, para um resultado, não é pedida a aproximação, apresente sempre o valor exato.

---

Nos termos da lei em vigor, as provas de avaliação externa são obras protegidas pelo Código do Direito de Autor e dos Direitos Conexos. A sua divulgação não suprime os direitos previstos na lei. Assim, é proibida a utilização destas provas, além do determinado na lei ou do permitido pelo IAVE, I.P., sendo expressamente vedada a sua exploração comercial.

# Formulário

## Geometria

### Comprimento de um arco de circunferência:

$\alpha r$  ( $\alpha$  – amplitude, em radianos, do ângulo ao centro;  $r$  – raio)

**Área de um polígono regular:**  $\text{Semiperímetro} \times \text{Apótema}$

### Área de um sector circular:

$\frac{\alpha r^2}{2}$  ( $\alpha$  – amplitude, em radianos, do ângulo ao centro;  $r$  – raio)

**Área lateral de um cone:**  $\pi r g$  ( $r$  – raio da base;  $g$  – geratriz)

**Área de uma superfície esférica:**  $4\pi r^2$  ( $r$  – raio)

**Volume de uma pirâmide:**  $\frac{1}{3} \times \text{Área da base} \times \text{Altura}$

**Volume de um cone:**  $\frac{1}{3} \times \text{Área da base} \times \text{Altura}$

**Volume de uma esfera:**  $\frac{4}{3}\pi r^3$  ( $r$  – raio)

## Progressões

Soma dos  $n$  primeiros termos de uma progressão  $(u_n)$ :

**Progressão aritmética:**  $\frac{u_1 + u_n}{2} \times n$

**Progressão geométrica:**  $u_1 \times \frac{1 - r^n}{1 - r}$

## Trigonometria

$\text{sen}(a + b) = \text{sen} a \cos b + \text{sen} b \cos a$

$\text{cos}(a + b) = \text{cos} a \cos b - \text{sen} a \text{sen} b$

$\frac{\text{sen} A}{a} = \frac{\text{sen} B}{b} = \frac{\text{sen} C}{c}$

$a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos A$

## Complexos

$(\rho \text{cis } \theta)^n = \rho^n \text{cis}(n\theta)$  ou  $(\rho e^{i\theta})^n = \rho^n e^{in\theta}$

$\sqrt[n]{\rho \text{cis } \theta} = \sqrt[n]{\rho} \text{cis}\left(\frac{\theta + 2k\pi}{n}\right)$  ou  $\sqrt[n]{\rho e^{i\theta}} = \sqrt[n]{\rho} e^{i\frac{\theta + 2k\pi}{n}}$

$(k \in \{0, \dots, n-1\} \text{ e } n \in \mathbb{N})$

## Probabilidades

$\mu = p_1 x_1 + \dots + p_n x_n$

$\sigma = \sqrt{p_1 (x_1 - \mu)^2 + \dots + p_n (x_n - \mu)^2}$

Se  $X$  é  $N(\mu, \sigma)$ , então:

$P(\mu - \sigma < X < \mu + \sigma) \approx 0,6827$

$P(\mu - 2\sigma < X < \mu + 2\sigma) \approx 0,9545$

$P(\mu - 3\sigma < X < \mu + 3\sigma) \approx 0,9973$

## Regras de derivação

$(u + v)' = u' + v'$

$(u v)' = u' v + u v'$

$\left(\frac{u}{v}\right)' = \frac{u' v - u v'}{v^2}$

$(u^n)' = n u^{n-1} u'$  ( $n \in \mathbb{R}$ )

$(\text{sen } u)' = u' \cos u$

$(\cos u)' = -u' \text{sen } u$

$(\text{tg } u)' = \frac{u'}{\cos^2 u}$

$(e^u)' = u' e^u$

$(a^u)' = u' a^u \ln a$  ( $a \in \mathbb{R}^+ \setminus \{1\}$ )

$(\ln u)' = \frac{u'}{u}$

$(\log_a u)' = \frac{u'}{u \ln a}$  ( $a \in \mathbb{R}^+ \setminus \{1\}$ )

## Limites notáveis

$\lim_{n \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{1}{n}\right)^n = e$  ( $n \in \mathbb{N}$ )

$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\text{sen } x}{x} = 1$

$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{e^x - 1}{x} = 1$

$\lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{\ln x}{x} = 0$

$\lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{e^x}{x^p} = +\infty$  ( $p \in \mathbb{R}$ )

1.

---

Os **dois** itens que se apresentam a seguir são itens em alternativa.

O **item 1.1.** integra-se nos Programas de Matemática A, de 10.º, 11.º e 12.º anos, homologados em 2001 e 2002 (**P2001/2002**).

O **item 1.2.** integra-se no Programa e Metas Curriculares de Matemática A, homologado em 2015 (**PMC2015**).

Responda apenas a um dos dois itens.

Na sua folha de respostas, identifique claramente o item selecionado.

---

**P2001/2002**

1.1. Seja  $X$  uma variável aleatória com distribuição normal de valor médio  $\mu$  e desvio padrão  $\sigma$

Qual é o valor, arredondado às milésimas, de  $P(X > \mu - 2\sigma)$  ?

- (A) 0,926                      (B) 0,982                      (C) 0,977                      (D) 0,943

**PMC2015**

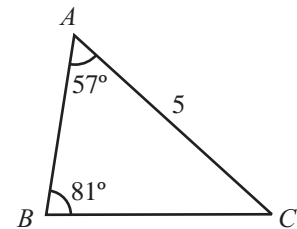
1.2. Na Figura 1, está representado um triângulo  $[ABC]$

Sabe-se que:

- $\overline{AC} = 5$
- $\hat{BAC} = 57^\circ$
- $\hat{ABC} = 81^\circ$

Qual é o valor de  $\overline{AB}$ , arredondado às centésimas ?

- (A) 3,31                      (B) 3,35                      (C) 3,39                      (D) 3,43



2. Num clube desportivo, praticam-se as modalidades de basquetebol e futebol, entre outras.

Sabe-se que, escolhido ao acaso um atleta deste clube, a probabilidade de ele praticar basquetebol é  $\frac{1}{5}$  e a probabilidade de ele praticar futebol é  $\frac{2}{5}$

Sabe-se ainda que, dos atletas que não praticam futebol, 3 em cada 4 não praticam basquetebol.

Mostre que existe, pelo menos, um atleta do clube que pratica as duas modalidades desportivas.

3. Dispõe-se de catorze caracteres (a saber: os algarismos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 e as vogais a, e, i, o, u) para formar códigos de quatro caracteres.

3.1. Quantos códigos iniciados por uma vogal seguida de três algarismos diferentes se podem formar?

(A) 420

(B) 504

(C) 1840

(D) 2520

3.2. Escolhe-se, ao acaso, um código de entre todos os códigos de quatro caracteres, repetidos ou não, que é possível formar com os catorze caracteres.

Determine a probabilidade de esse código ser constituído por quatro algarismos diferentes cujo produto seja um número ímpar.

Apresente o resultado arredondado às milésimas.

4. Considere, num referencial o.n.  $Oxyz$ , a superfície esférica de equação

$$(x - 1)^2 + (y - 2)^2 + (z + 1)^2 = 10$$

4.1. Seja  $P$  o ponto da superfície esférica de abcissa 1, ordenada 3 e cota negativa.

Seja  $r$  a reta de equação vetorial  $(x, y, z) = (-1, 0, 3) + k(4, 1, -2)$ ,  $k \in \mathbb{R}$

Determine uma equação do plano que passa no ponto  $P$  e é perpendicular à reta  $r$

Apresente essa equação na forma  $ax + by + cz + d = 0$

4.2. Seja  $C$  o centro da superfície esférica e seja  $A$  o simétrico do ponto  $C$  relativamente ao plano  $xOy$

Determine a amplitude do ângulo  $AOC$

Apresente o resultado em graus, arredondado às unidades.

Se, em cálculos intermédios, proceder a arredondamentos, conserve, no mínimo, duas casas decimais.

5. O planeta Mercúrio descreve uma órbita elíptica em torno do Sol. Na Figura 2, está representado um esquema de uma parte dessa órbita.

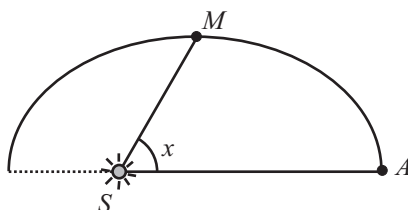


Figura 2

Relativamente a esta figura, tem-se que:

- o ponto  $S$  representa o Sol;
- o ponto  $M$  representa o planeta Mercúrio;
- o ponto  $A$  representa o afélio, que é o ponto da órbita mais afastado do Sol;
- $x$  é a amplitude do ângulo  $ASM$ , compreendida entre 0 e 180 graus.

Admita que a distância,  $d$ , em milhões de quilómetros, do planeta Mercúrio ao Sol é dada, em função de  $x$ , por

$$d = \frac{555}{10 - 2,06 \cos x}$$

Seja  $\alpha$  a amplitude do ângulo  $ASM$ , num certo instante ( $\alpha$  está compreendido entre 0 e 20 graus). Nesse instante, o planeta Mercúrio encontra-se a uma certa distância do Sol.

Passado algum tempo, a amplitude do ângulo  $ASM$  é três vezes maior e a distância do planeta Mercúrio ao Sol diminuiu 3%.

Determine, recorrendo às capacidades gráficas da calculadora, o valor de  $\alpha$ , sabendo-se que esse valor existe e é único.

Não justifique a validade do resultado obtido na calculadora.

Na sua resposta:

- equacione o problema;
- reproduza, num referencial, o(s) gráfico(s) da(s) função(ões) visualizado(s) na calculadora que lhe permite(m) resolver a equação;
- apresente o valor de  $\alpha$  em graus, arredondado às unidades.

6. A primeira derivada de uma função  $f$ , de domínio  $\left]0, \frac{\pi}{2}\right[$ , é dada por  $f'(x) = 3x - \operatorname{tg} x$ .  
Sabe-se que o gráfico de  $f$  tem um único ponto de inflexão.  
Qual é a abscissa desse ponto, arredondada às centésimas?
- (A) 0,84                      (B) 0,88                      (C) 0,92                      (D) 0,96
7. De uma progressão aritmética  $(u_n)$  sabe-se que o terceiro termo é igual a 4 e que a soma dos doze primeiros termos é igual a 174.  
Averigue se 5371 é termo da sucessão  $(u_n)$ .
8. Na Figura 3, está representado, no plano complexo, um pentágono regular  $[ABCDE]$  inscrito numa circunferência de centro na origem e raio 1.

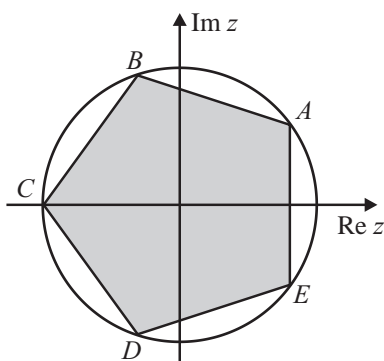


Figura 3

Sabe-se que o ponto  $C$  pertence ao semieixo real negativo.

Seja  $z$  o número complexo cujo afixo (imagem geométrica) é o ponto  $A$ .

Qual é o valor de  $z^5$ ?

- (A)  $-1$                       (B)  $1$                       (C)  $i$                       (D)  $-i$

**FIM DO CADERNO 1**

## COTAÇÕES (Caderno 1)

Item											
Cotação (em pontos)											
1.1.	1.2.	2.	3.1.	3.2.	4.1.	4.2.	5.	6.	7.	8.	
8		12	8	12	12	13	12	8	12	8	<b>105</b>

**Exame Final Nacional de Matemática A**  
**Prova 635 | 2.ª Fase | Ensino Secundário | 2018**

12.º Ano de Escolaridade

Decreto-Lei n.º 139/2012, de 5 de julho

**Caderno 2**

Duração da Prova (Caderno 1 + Caderno 2): 150 minutos. | Tolerância: 30 minutos.

**5 Páginas**

---

**Caderno 2:** 75 minutos. Tolerância: 15 minutos.  
Não é permitido o uso de calculadora.



9.

---

Os **dois** itens que se apresentam a seguir são itens em alternativa.

O **item 9.1.** integra-se nos Programas de Matemática A, de 10.º, 11.º e 12.º anos, homologados em 2001 e 2002 (**P2001/2002**).

O **item 9.2.** integra-se no Programa e Metas Curriculares de Matemática A, homologado em 2015 (**PMC2015**).

Responda apenas a um dos dois itens.

Na sua folha de respostas, identifique claramente o item selecionado.

---

**P2001/2002**

**9.1.** Num dado problema de Programação Linear, pretende-se determinar o valor máximo que a função objetivo, definida por  $L = 3x + 5y$ , pode alcançar.

Sabe-se que a região admissível é definida pelo seguinte sistema.

$$\begin{cases} x \geq 0 \\ y \geq 0 \\ x + y \leq 10 \\ x \leq 5 \end{cases}$$

Qual é esse valor máximo?

- (A) 56                      (B) 50                      (C) 40                      (D) 36

**PMC2015**

**9.2.** Considere, num referencial o.n.  $xOy$ , uma elipse centrada na origem do referencial e de focos  $F_1$  e  $F_2$  pertencentes ao eixo  $Ox$

Sabe-se que:

- $\overline{F_1 F_2} = 12$
- sendo  $P$  um ponto qualquer da elipse, tem-se  $\overline{PF_1} + \overline{PF_2} = 20$

Qual é a equação reduzida desta elipse?

- (A)  $\frac{x^2}{64} + \frac{y^2}{100} = 1$                       (B)  $\frac{x^2}{100} + \frac{y^2}{64} = 1$
- (C)  $\frac{x^2}{100} + \frac{y^2}{36} = 1$                       (D)  $\frac{x^2}{36} + \frac{y^2}{100} = 1$

10. Em  $\mathbb{C}$ , conjunto dos números complexos, considere  $z = \frac{(2-i)^2 + 1+i}{1-2i} + 3i^{15}$   
Escreva o complexo  $-\frac{1}{2} \times \bar{z}$  na forma trigonométrica.

11. Considere, num referencial o.n.  $xOy$ , a circunferência centrada na origem do referencial e que passa no ponto  $A(2,1)$

Seja  $r$  a reta tangente à circunferência no ponto  $A$

Qual é a ordenada na origem da reta  $r$  ?

- (A) 4                      (B) 5                      (C) 6                      (D) 7

12.

---

Os **dois** itens que se apresentam a seguir são itens em alternativa.

O **item 12.1.** integra-se nos Programas de Matemática A, de 10.º, 11.º e 12.º anos, homologados em 2001 e 2002 (**P2001/2002**).

O **item 12.2.** integra-se no Programa e Metas Curriculares de Matemática A, homologado em 2015 (**PMC2015**).

Responda apenas a um dos dois itens.

Na sua folha de respostas, identifique claramente o item selecionado.

---

**P2001/2002**

- 12.1. Considere, num referencial o.n.  $Oxyz$ , os planos  $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\gamma$  definidos pelas equações  $y = -x$ ,  $y = z$  e  $2x + 3y - z - 1 = 0$ , respetivamente.

A intersecção dos planos  $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\gamma$  é

- (A) um ponto.              (B) uma reta.              (C) um plano.              (D) o conjunto vazio.

**PMC2015**

- 12.2. Qual é o valor do limite da sucessão de termo geral  $\left(\frac{n+5}{n+1}\right)^{\frac{n}{2}}$  ?

- (A)  $+\infty$               (B) 1              (C)  $e^4$               (D)  $e^2$

13. Determine o conjunto dos números reais que são soluções da inequação

$$\log_2(x+1) \leq 3 - \log_2(8-x)$$

Apresente a resposta usando a notação de intervalos de números reais.

14. Seja  $f$  a função, de domínio  $\mathbb{R}$ , definida por

$$f(x) = \begin{cases} 3 + \frac{e^x}{1-x} & \text{se } x < 1 \\ \frac{\ln(x^2) + 2}{x} & \text{se } x \geq 1 \end{cases}$$

14.1. Determine  $f'(0)$ , recorrendo à definição de derivada de uma função num ponto.

14.2. Estude a função  $f$  quanto à existência de assíntotas horizontais do seu gráfico.

14.3. Seja  $h$  a função, de domínio  $\mathbb{R}$ , definida por  $h(x) = x + 1$

Qual é o valor de  $(f \circ h^{-1})(2)$  ?

(o símbolo  $\circ$  designa a composição de funções)

(A) 0                      (B) 1                      (C) 2                      (D) 3

15. Seja  $g$  a função, de domínio  $[0, \pi]$ , definida por  $g(x) = 2\sin x + \sin^2 x$

Seja  $r$  a reta tangente ao gráfico da função  $g$  que tem declive máximo.

Determine o declive da reta  $r$

Apresente a sua resposta na forma  $\frac{a\sqrt{b}}{c}$ , com  $a, b$  e  $c$  números naturais.

**FIM**

## COTAÇÕES (Caderno 2)

Item											
Cotação (em pontos)											
9.1.	9.2.	10.	11.	12.1.	12.2.	13.	14.1.	14.2.	14.3.	15.	
8		12	8	8		13	13	13	8	12	<b>95</b>

<b>TOTAL (Caderno 1 + Caderno 2)</b>	<b>200</b>
--------------------------------------	------------