



CONSIGNES :

- La durée de l'épreuve est de 4 heures.
 - L'épreuve comporte quatre exercices indépendants.
 - Les exercices peuvent être traités selon l'ordre choisi par le candidat.

- L'EXERCICE1 se rapporte à l'analyse(10 pts)

- L'EXERCICE2 se rapporte aux nombres complexes.....(3.5 pts)

- L'EXERCICE3 se rapporte à l'arithmétique(3 pts)

- L'EXERCICE4 se rapporte aux structures algébriques.....(3.5 pts)

L'usage de la calculatrice n'est pas autorisé

L'usage de la couleur rouge n'est pas autorisé

**EXERCICE 1 : (10 points)**

0.25 A-1- Vérifier que : $(\forall x \in \mathbb{R}^+) \quad ; \quad 0 \leq 1 - x + x^2 - \frac{1}{x+1} \leq x^3$

0.25 2- En déduire que : $(\forall x \in \mathbb{R}^+) \quad ; \quad 0 \leq x - \frac{x^2}{2} + \frac{x^3}{3} - \ln(1+x) \leq \frac{x^4}{4}$

B- On considère la fonction f définie sur $I = [0, +\infty[$ par .

$$f(0) = \frac{1}{2} \quad \text{et pour tout } x \text{ de }]0, +\infty[\quad ; \quad f(x) = \frac{x - \ln(1+x)}{x^2}$$

et soit (C) sa courbe représentative dans un repère orthonormé $(O; \vec{i}, \vec{j})$

0.5 1-a) Montrer que f est continue à droite en 0

0.5 b) Montrer que f est dérivable à droite en 0

0.5 c) Calculer $\lim_{x \rightarrow +\infty} f(x)$, puis interpréter graphiquement le résultat obtenu.

0.5 2-a) Montrer que : $(\forall x \in]0, +\infty[) \quad ; \quad f'(x) = -\frac{g(x)}{x^3}$

$$\text{où } g(x) = x + \frac{x}{x+1} - 2\ln(1+x)$$

0.5 b) Montrer que : $(\forall x \in I) \quad ; \quad 0 \leq g'(x) \leq x^2$

0.25 c) En déduire que : $(\forall x \in I) \quad ; \quad 0 \leq g(x) \leq \frac{x^3}{3}$

0.25 d) Déterminer le sens de variation de f sur I

0.25 3-a) Dresser le tableau de variation de f

0.5 b) Représenter graphiquement la courbe (C) dans le repère $(O; \vec{i}, \vec{j})$

(On prendra $\|\vec{i}\| = 2\text{cm}$ et $\|\vec{j}\| = 2\text{cm}$)

0.5 C-1- Montrer qu'il existe un unique réel $\alpha \in]0; 1[$ tel que $f(\alpha) = \alpha$

2- On considère la suite $(u_n)_{n \in \mathbb{N}}$ définie par .

$$u_0 = \frac{1}{3} \quad \text{et} \quad (\forall n \in \mathbb{N}) \quad ; \quad u_{n+1} = f(u_n)$$

0.5 a) Montrer que : $(\forall n \in \mathbb{N}) \quad ; \quad u_n \in [0; 1]$

0.5 b) Montrer que : $(\forall n \in \mathbb{N}) \quad ; \quad |u_{n+1} - \alpha| \leq \left(\frac{1}{3}\right) |u_n - \alpha|$



0.5	c) Montrer par récurrence que : $(\forall n \in \mathbb{N})$; $ u_n - \alpha \leq \left(\frac{1}{3}\right)^n$
0.25	d) En déduire que la suite $(u_n)_{n \in \mathbb{N}}$ converge vers α
	D- Pour tout $x \in I$, on pose : $F(x) = \int_x^1 f(t)dt$
0.5	1- Montrer que la fonction F est dérivable sur I et calculer $F'(x)$ pour tout $x \in I$
0.5	2-a) En utilisant la méthode d'intégration par parties, montrer que :
	$(\forall x \in]0, +\infty[)$; $F(x) = 2 \ln 2 - \left(1 + \frac{1}{x}\right) \ln(1+x)$
0.5	b) Calculer $\lim_{x \rightarrow 0^+} F(x)$, puis en déduire que : $\int_0^1 f(t)dt = 2 \ln 2 - 1$
0.5	c) Calculer en cm^2 , l'aire du domaine plan limité par la courbe (C) , l'axe des abscisses, l'axe des ordonnées et la droite d'équation $x = 1$
	E- On pose : pour tout k de \mathbb{N} , $\Delta_k = f(k) - \int_k^{k+1} f(t)dt$
	et pour tout n de \mathbb{N}^* , $S_n = \sum_{k=0}^{k=n-1} \Delta_k$
0.25	1-a) Vérifier que, $(\forall k \in \mathbb{N})$; $0 \leq \Delta_k \leq f(k) - f(k+1)$
0.5	b) En déduire que, $(\forall n \in \mathbb{N}^*)$; $0 \leq S_n \leq \frac{1}{2}$
0.25	2-a) Montrer que la suite $(S_n)_{n \in \mathbb{N}^*}$ est monotone.
0.25	b) En déduire que la suite $(S_n)_{n \in \mathbb{N}^*}$ est convergente.
0.25	c) Montrer que la limite ℓ de la suite $(S_n)_{n \in \mathbb{N}^*}$ vérifie : $\frac{3}{2} - 2 \ln 2 \leq \ell \leq \frac{1}{2}$

EXERCICE2 : (3.5 points)

Soit m un nombre complexe non nul donné et $j = -\frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3}}{2}i = e^{\frac{i2\pi}{3}}$

I- On considère dans l'ensemble \mathbb{C} l'équation d'inconnue z

$$(E_m) : z^2 + mj^2z + m^2j = 0$$

0.5 1- Vérifier que : $j^3 = 1$ et $1 + j + j^2 = 0$

0.25 2-a) Montrer que le discriminant de l'équation (E_m) est : $\Delta = [m(1-j)]^2$



0.5 b) Déterminer z_1 et z_2 les deux solutions de l'équation (E_m)

0.5 3- Dans cette question, on suppose que : $m = 1 + i$

↳ Montrer que $(z_1 + z_2)^{2022}$ est un imaginaire pur.

II- Le plan complexe est muni d'un repère orthonormé direct (O, \vec{u}, \vec{v}) .

Soit φ la transformation du plan complexe qui à tout point $M(z)$ fait correspondre

le point $M'(z')$ tel que : $z' = (1 + j)z$

0.25 1- Déterminer la nature et les éléments caractéristiques de l'application φ

2- On considère les points A , B et C d'affixes respectives m , mj et mj^2

et on note $A'(a')$, $B'(b')$ et $C'(c')$ les images respectives des points A , B et C

par l'application φ et soient $P(p)$, $Q(q)$ et $R(r)$ les milieux respectifs des

segments $[BA']$, $[CB']$ et $[AC']$

0.75 a) Montrer que : $a' = -mj^2$, $b' = -m$ et $c' = -mj$

0.25 b) Montrer que : $p + qj + rj^2 = 0$

0.5 c) En déduire que le triangle PQR est équilatéral.

EXERCICE3 .(3 points)

Soit n un entier naturel strictement supérieur à 1

On considère dans \mathbb{N}^2 l'équation (E_n) : $(x+1)^n - x^n = ny$

Soit (x, y) une solution de l'équation (E_n) dans \mathbb{N}^2 et soit p le plus petit diviseur premier de n

0.25 1-a) Montrer que : $(x+1)^n \equiv x^n \pmod{p}$

0.25 b) Montrer que p est premier avec x et avec $(x+1)$

0.25 c) En déduire que : $(x+1)^{p-1} \equiv x^{p-1} \pmod{p}$

0.5 +2- Montrer que si n est pair, alors l'équation (E_n) n'admet pas de solution dans \mathbb{N}^2

3- On suppose que n est impair.

0.5 a) Montrer qu'il existe un couple (u, v) de \mathbb{Z}^2 tel que : $nu + (p-1)v = 1$

(On rappelle que p est le plus petit diviseur premier de n)

0.25 b) Soient q et r respectivement le quotient et le reste dans la division euclidienne de u par $(p-1)$. Vérifier que : $nr = 1 - (p-1)(v+nq)$

0.5 c) On pose, $v' = -(v + nq)$. Montrer que, $v' \geq 0$ 0.5 d) Montrer que l'équation (E_n) n'admet pas de solution dans \mathbb{N}^2 **EXERCICE4 :** (3.5 points)On rappelle que $(M_2(\mathbb{R}), +, \times)$ est un anneau unitaire non commutatif d'unité $I = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$ et que $(\mathbb{Z}, +, \times)$ est un anneau commutatif unitaire et intègre.Soit $E = \left\{ M(a, b) = \begin{pmatrix} a & 3b \\ b & a \end{pmatrix} / (a, b) \in \mathbb{Z}^2 \right\}$ 0.25 1-a) Montrer que E est un sous-groupe de $(M_2(\mathbb{R}), +)$ 0.25 b) Vérifier que pour tout a, b, c et d de \mathbb{Z} , on a :

$$M(a, b) \times M(c, d) = M(ac + 3bd, ad + bc)$$

0.5 c) Montrer que $(E, +, \times)$ est un anneau commutatif et unitaire.2- Soit φ l'application définie de E vers \mathbb{Z} par :

$$\forall (a, b) \in \mathbb{Z}^2 ; \varphi(M(a, b)) = |a^2 - 3b^2|$$

0.5 Montrer que φ est un homomorphisme de (E, \times) vers (\mathbb{Z}, \times) 3- Soit $M(a, b) \in E$ 0.25 a) Montrer que $M(a, b) \times M(a, -b) = (a^2 - 3b^2)I$ 0.5 b) Montrer que si $M(a, b)$ est inversible dans (E, \times) alors $\varphi(M(a, b)) = 1$ 0.5 c) On suppose que $\varphi(M(a, b)) = 1$.Montrer que $M(a, b)$ est inversible dans (E, \times) et préciser son inverse.0.25 4-a) Montrer que, $\forall (a, b) \in \mathbb{Z}^2 ; \varphi(M(a, b)) = 0 \Leftrightarrow a = b = 0$ 0.25 b) En déduire que l'anneau $(E, +, \times)$ est intègre.0.25 c) Est-ce que $(E, +, \times)$ est un corps ? justifier votre réponse.**FIN**