

MATHS

Section : Mathématiques

1^{ère} Session

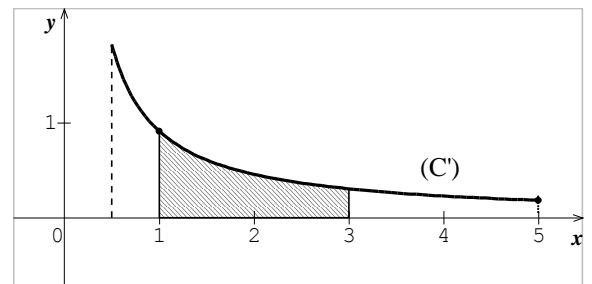
Exercice 1

Le plan est muni d'un repère orthonormé.

Soit f une fonction définie et dérivable sur $[\frac{1}{2}, 5]$ telle que sa courbe représentative (C) passe par les points $A(1,0)$ et $B(3, 1)$. Dans la figure ci-contre, on a représenté la courbe (C') de la dérivée f' de la fonction f .

Répondre par vrai ou faux en justifiant la réponse.

- 1) (C) admet une tangente de coefficient directeur -1 .
- 2) L'aire de la partie hachurée est égale à 1 .
- 3) (C) admet une tangente de coefficient directeur $\frac{1}{2}$.
- 4) Pour tous a et b de $[1,3]$, $|f(b) - f(a)| \leq |b - a|$.



Contenu

- Tangente à une courbe
- Notion d'aires
- Inégalités des accroissements finis

Solutions

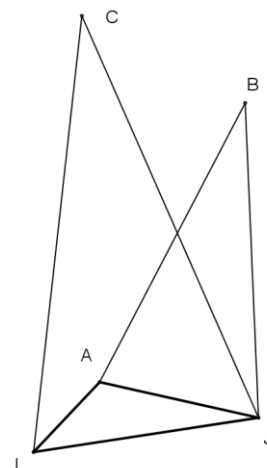
1. Faux., car Pour $x \in [\frac{1}{2}, 5]$, $f'(x) > 0$. Par suite $f'(x) \neq -1$ pour tout $x \in [\frac{1}{2}, 5]$.
2. Vrai. En effet : La fonction f' est continue et positive sur $[1,3]$ donc l'aire de la partie hachurée est égale à :
$$\int_1^3 f'(x) dx = f(3) - f(1) = 1 - 0 = 1.$$
3. Vrai. En effet : La fonction f' est continue sur $[\frac{1}{2}, 5]$ et $\frac{1}{2} \in f'([\frac{1}{2}, 5])$ donc il existe $c \in [\frac{1}{2}, 5]$ tel que $f'(c) = \frac{1}{2}$.
4. Vrai. En effet : La fonction f est dérivable sur $[1,3]$ et pour $x \in [1,3]$, $|f'(x)| \leq 1$.
D'après l'inégalité des accroissements finis, pour tous a et b de $[1,3]$, $|f(b) - f(a)| \leq |b - a|$.

Exercice 2

Dans le plan orienté, AIJ est un triangle quelconque, BAJ et CIJ sont deux triangles isocèles respectivement en B et C tels que $(\overline{BA}, \overline{BJ}) \equiv \frac{\pi}{6} [2\pi]$ et

$$(\overline{CI}, \overline{CJ}) \equiv \frac{\pi}{6} [2\pi].$$

On désigne par t la translation de vecteur \overline{IA} et par r_B et r_C les rotations de même angle $\frac{\pi}{6}$ et de centres respectifs B et C.



- 1) a) Déterminer $r_C(I)$.
- b) Montrer que $r_B \circ t(I) = J$.
- c) En déduire que $r_B \circ t = r_C$.

- 2) Soit $K = t(C)$.

Montrer que $BC = BK$ et $(\overline{BC}, \overline{BK}) \equiv -\frac{\pi}{6} [2\pi]$.

- 3) Soit D le point du plan tel que le triangle DIA est isocèle en D et $(\overline{DI}, \overline{DA}) \equiv \frac{\pi}{6} [2\pi]$.

- a) Soit O le milieu de [AC].
Montrer que l'image du triangle DIA par la symétrie centrale de centre O est le triangle BKC.
- b) Montrer que ABCD est un parallélogramme.

Contenu

- Composée rotation et translation
- Configuration de base (triangle isocèle, parallélogramme)

Aptitudes visées :

- Reconnaître la composée d'une rotation et d'une translation
- Exploiter une isométrie pour déterminer la nature d'un quadrilatère.

Solutions

1. a) Le triangle CIJ est isocèle en C et $\overline{CI}, \overline{CJ} \equiv \frac{\pi}{6} [2\pi]$, par suite $CI = CJ$ et $\overline{CI}, \overline{CJ} \equiv \frac{\pi}{6} [2\pi]$.

On en déduit que $r_C I = J$.

- b) Le triangle BAJ est isocèle en B et $(\overline{BA}, \overline{BJ}) \equiv \frac{\pi}{6} [2\pi]$, par suite $BA = BJ$ et $(\overline{BA}, \overline{BJ}) \equiv \frac{\pi}{6} [2\pi]$.

On en déduit que $r_B A = J$. $\begin{cases} t I = A \\ r_B A = J \end{cases}$ donc $r_B \circ t I = J$.

- c) $r_B \circ t$ est la composée d'une rotation d'angle $\frac{\pi}{6}$ et d'une translation donc c'est une rotation d'angle $\frac{\pi}{6}$.

Or $r_B \circ t \ I = J$, $CI = CJ$ et $\widehat{CI, CJ} \equiv \frac{\pi}{6} \ 2\pi$. Il en résulte que C est le centre de $r_B \circ t$.

On en déduit que $r_B \circ t = r_C$.

2. Puisque $K = t \ C$ donc $r_B \circ t \ C = r_B \ K$, or $r_B \circ t \ C = r_C \ C = C$. Il en résulte que $r_B \ K = C$ ou encore $BC = BK$ et $\widehat{BC, BK} \equiv -\frac{\pi}{6} \ 2\pi$.

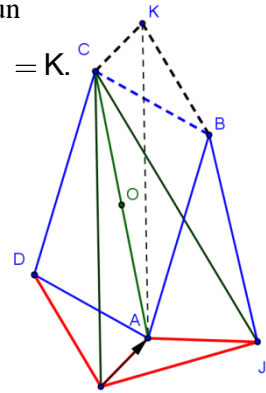
3. a) On sait que $K = t \ C$ donc $\overline{CK} = \overline{IA}$ et les points I, A et C ne sont pas alignés donc $IAKC$ est un parallélogramme. Comme O est le milieu de $[IC]$ donc O est le milieu de $[IK]$. Il en résulte que $S_O \ I = K$.
d'autre part Le point O est le milieu de $[AC]$ donc $S_O \ A = C$.

Le triangle DIA est isocèle de base $[IA]$ tel que $\left(\overline{DI}, \overline{DA}\right) \equiv \frac{\pi}{6} \ [2\pi]$.

$S_O \ I = K, S_O \ A = C, \left(\overline{BK}, \overline{BC}\right) \equiv \frac{\pi}{6} \ [2\pi]$ et le triangle BKC est isocèle de base $[KC]$.

On en déduit que l'image du triangle IAD par S_O est le triangle BKC .

b) L'image du triangle IAD par S_O est le triangle BKC , $S_O \ I = K$ et $S_O \ A = C$ donc $S_O \ D = B$ ou encore O est le milieu de $[BD]$ de plus O est le milieu de $[AC]$ et les points A, B et C ne sont pas alignés. On en déduit que $ABCD$ est un parallélogramme.



Exercice 3

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

On désigne par A le point de coordonnées $(3, 2)$.

Soit N un point de l'axe (O, \vec{u}) et P le point de l'axe (O, \vec{v}) tel que ANP est un triangle rectangle en A .

1) a) Soit les points $E(3, 0)$ et $F(0, 2)$.

Montrer qu'il existe une unique similitude directe S de centre A qui transforme E en F .
Donner son rapport et son angle.

b) Déterminer l'image de l'axe (O, \vec{u}) par S .

c) En déduire que $S(N) = P$.

d) Soit M un point d'affixe z et M' le point d'affixe z' tel que $M' = S(M)$.

Montrer que $z' = -\frac{3}{2}i z + \frac{13}{2}i$.

2) a) On note x l'abscisse du point N et y l'ordonnée du point P .

Montrer que $3x + 2y = 13$.

b) Déterminer les points N et P dont les coordonnées sont des entiers.

Contenu

- *Similitude directe (image d'une configuration de base par une similitude directe, expression complexe d'une similitude directe)*
- *Arithmétique*

Aptitudes visées :

- Reconnaître une similitude directe.
- Reconnaître l'image d'une droite par une similitude directe.
- Identifier l'image d'un point par une similitude directe.
- Résoudre un problème d'arithmétique.

Solutions

1. a) $A \neq E$ et $A \neq F$ donc il existe une unique similitude directe S de centre A qui envoie E en F , son rapport est $k = \frac{AF}{AE} = \frac{3}{2}$ et son angle a pour mesure $\left(\overline{AE}, \overline{AF}\right) \equiv -\frac{\pi}{2} [2\pi]$.

b) $S E = F$ et $E \in O, \vec{u}$ donc $S O, \vec{u}$ est la droite passant par F et perpendiculaire à O, \vec{u} .

Il en résulte que $S O, \vec{u} = O, \vec{v}$.

c) $S AN$ est la droite passant par A et perpendiculaire à AN , il en résulte que $S AN = AP$.

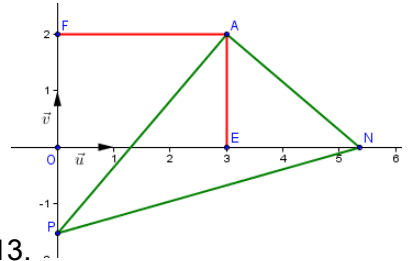
$N \in AN \cap O, \vec{u}$ donc $S N \in S AN \cap S O, \vec{u} = AP \cap O, \vec{v} = P$. D'où $S N = P$.

d) S est la similitude directe de centre A d'affixe $z_A = 3 + 2i$, de rapport $\frac{3}{2}$ et d'angle $-\frac{\pi}{2}$.

Soit M un point d'affixe z et M' le point d'affixe z' , image de M par S . L'expression complexe de S est de la

forme $z' = az + b$, $a \in \mathbb{C}^*$ et $b \in \mathbb{C}$ avec $a = \frac{3}{2} e^{i(-\frac{\pi}{2})} = -\frac{3}{2}i$ et $\frac{b}{1 + \frac{3}{2}i} = 3 + 2i$ donc $b = \frac{13}{2}i$.

On en déduit que $z' = -\frac{3}{2}iz + \frac{13}{2}i$.



2. a) L'affixe de N est $z_N = x$ et l'affixe de P est $z_P = iy$.

$$S N = P \Leftrightarrow iy = \frac{-3}{2}ix + \frac{13}{2}i = \left(\frac{-3}{2}x + \frac{13}{2}\right)i \Leftrightarrow y = \frac{-3}{2}x + \frac{13}{2} \Leftrightarrow 3x + 2y = 13.$$

b) $N(x, 0)$ et $P(0, y)$. x et y sont des entiers si et seulement si (x, y) est solution de l'équation

$$3x + 2y = 13 \text{ dans } \mathbb{Z} \times \mathbb{Z}.$$

Résolvons alors dans $\mathbb{Z} \times \mathbb{Z}$ l'équation $E : 3x + 2y = 13$.

$$1, 5 \text{ est solution de } E \text{ donc } 3x + 2y = 13 \Leftrightarrow 3x + 2y = 3 \times 1 + 2 \times 5 \Leftrightarrow 3(x - 1) = 2(-y + 5) \quad *.$$

3 divise $2(-y + 5)$ et $3 \wedge 2 = 1$ donc d'après Gauss 3 divise $-y + 5$ par suite $-y + 5 = 3k$ avec $k \in \mathbb{Z}$

ou encore $y = -3k + 5$. En remplaçant y par sa valeur dans $*$, on obtient $x = 2k + 1$ avec $k \in \mathbb{Z}$.

$$\text{Réciproquement } 3(2k + 1) + 2(-3k + 5) = 3 + 10 = 13.$$

On en déduit que $N(2k + 1, 0)$, $P(0, -3k + 5)$ avec $k \in \mathbb{Z}$.

Exercice 4

Un laboratoire de sciences physiques dispose d'un ensemble d'oscilloscopes de même modèle. La durée de vie, en nombre d'années, d'un oscilloscope est une variable aléatoire notée X qui suit la loi exponentielle de paramètre 0,125.

Dans tout l'exercice on donnera les résultats à 10^{-3} près par défaut.

1) a) Montrer que $p(X > 10) = 0,286$.

b) Calculer la probabilité qu'un oscilloscope ait une durée de vie inférieure à 6 mois.

2) Le responsable du laboratoire veut commander n oscilloscopes ($n \geq 2$).

On suppose que la durée de vie d'un oscilloscope est indépendante de celle des autres.

On note p_1 la probabilité qu'au moins un oscilloscope ait une durée de vie supérieure à 10 ans.

a) Exprimer p_1 en fonction de n .

b) Combien d'oscilloscopes, au minimum, devrait commander le responsable pour que p_1 soit supérieure à 0.999 ?

Contenu

- Loi de probabilité continue (loi exponentielle)
- Loi binomiale

Aptitudes visées :

- Calculer la probabilité d'un événement pour une loi exponentielle.
- Reconnaître une loi binomiale
- Calculer la probabilité d'un événement pour une loi binomiale.

Solutions

1. a) $p(X > 10) = e^{-0,125 \times 10} = e^{-1,25} = 0,286$.

b) L'évènement « l'oscilloscope a une durée de vie inférieure à 6 mois » se traduit par $0 \leq X \leq 0,5$.

$$p(0 \leq X \leq 0,5) = 1 - e^{-\frac{0,125}{2}} = 1 - e^{-0,0625} = 0,06.$$

2. On considère la variable aléatoire Y qui prend pour valeurs, le nombre d'oscilloscopes qui ont une durée de vie supérieure à 10 ans. Y suit une loi binomiale de paramètres $n, p(X > 10) = 0.286$.

La loi de Y est donnée par $P(Y = k) = C_n^k 0,286^k 0,714^{n-k}, k \in \{1, \dots, n\}$.

a) $p_1 = p(\overline{Y = 0}) = 1 - p(Y = 0) = 1 - 0,714^n$.

$$b) p_1 \geq 0,999 \Leftrightarrow 1 - 0,714^n \geq 0,999 \Leftrightarrow 0,714^n \leq 0,001 \Leftrightarrow n \ln 0,714 \leq \ln 0,001$$

$$\Leftrightarrow n \geq \frac{\ln 0,001}{\ln 0,714} = 20,505. \text{ Soit } n = 21.$$

Exercice 5

I] On considère la fonction f_2 définie sur $]0, +\infty[$ par $f_2(x) = x^2 - \ln x$ et on désigne par (Γ) sa courbe représentative dans un repère orthonormé (O, \vec{i}, \vec{j}) .

1) a) Calculer $\lim_{x \rightarrow 0^+} f_2(x)$ et $\lim_{x \rightarrow +\infty} f_2(x)$.

b) Calculer $\lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{f_2(x)}{x}$ et interpréter graphiquement le résultat.

c) Dresser le tableau de variation de f_2 .

2) On a tracé ci-dessous, dans le repère (O, \vec{i}, \vec{j}) , la courbe (L) de la fonction \ln et la courbe (C) d'équation $y = x^2$.

a) Soit $x > 0$. On considère les points M et M_2 de même abscisse x et appartenant respectivement à (L) et (C). Vérifier que $MM_2 = f_2(x)$.

b) Construire alors les points de la courbe (Γ) d'abscisses respectives $2, \frac{1}{e}$ et $\sqrt{\frac{1}{2}}$.

c) Tracer la courbe (Γ) dans le repère (O, \vec{i}, \vec{j}) .

II] 1) Soit k un entier supérieur ou égal à 2.

On considère la fonction f_k définie sur $]0, +\infty[$ par $f_k(x) = x^k - \ln x$.

a) Déterminer f_k' la fonction dérivée de f_k .

b) Montrer que f_k admet un minimum en $\sqrt[k]{\frac{1}{k}}$ égal à $\frac{1 + \ln k}{k}$.

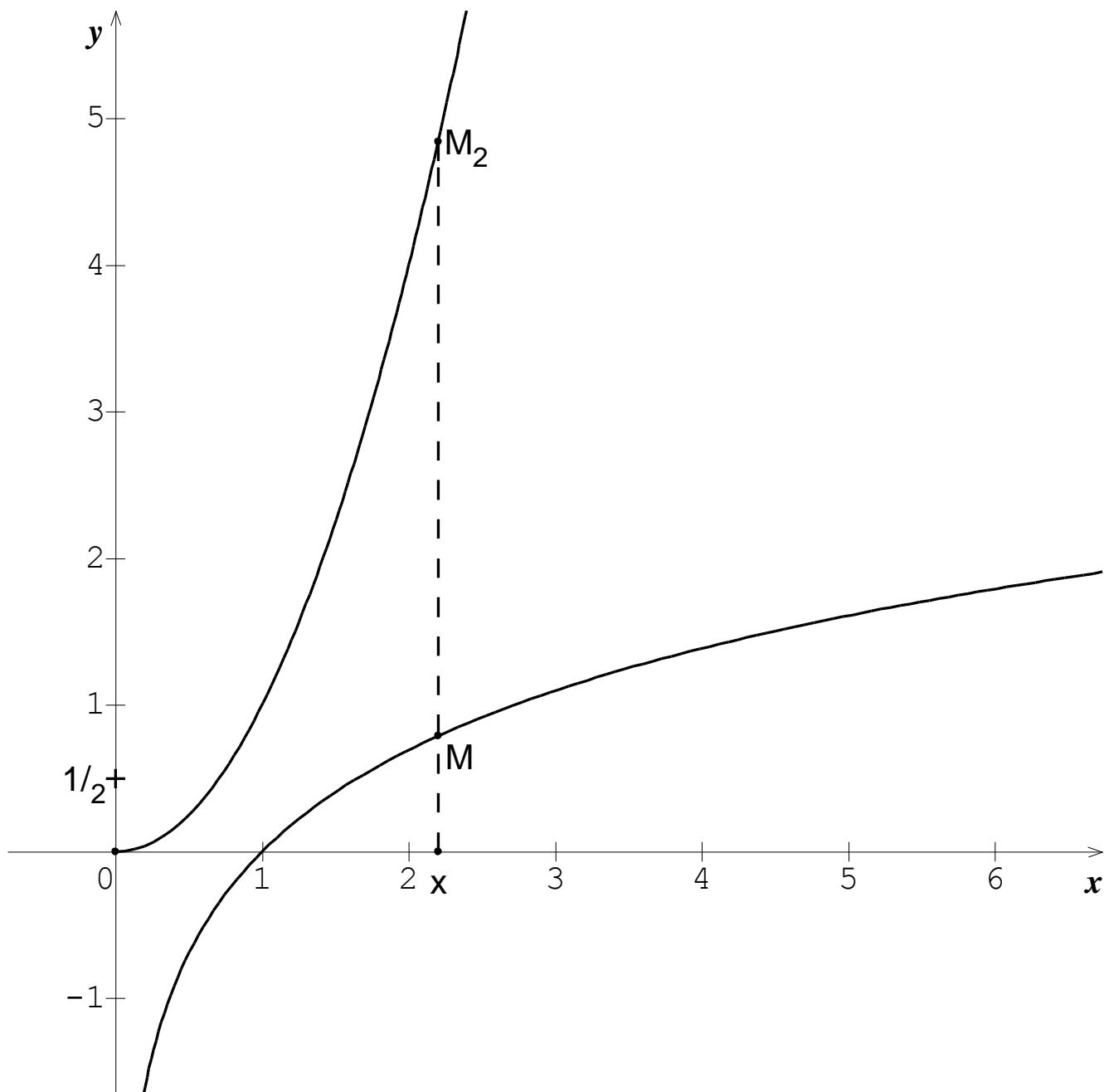
c) Pour tout réel $x > 0$, on considère les points $M_k(x, x^k)$ et $M(x, \ln x)$.
Déterminer la valeur minimale de la distance MM_k .

2) Pour tout entier $k \geq 2$, on pose $u_k = \sqrt[k]{\frac{1}{k}}$.

a) Vérifier que $\ln u_k = -\frac{\ln k}{k}$ et en déduire la limite de (u_k) .

b) Soit $A(1, 0)$ et A_k le point de coordonnées $(u_k, f_k(u_k))$.

Calculer la limite de la distance AA_k lorsque k tend vers $+\infty$.



- *Fonction ln : continuité, dérivabilité, branches infinies .*
- *Notion d'extremum*
- *Suite réelle.*

Aptitudes visées :

- *Calculer la limite d'une fonction.*
- *Interpréter graphiquement un résultat.*
- *Etudier les variations d'une fonction.*
- *Reconnaître un minimum d'une fonction.*
- *Calculer la limite d'une suite réelle.*

Solutions

I.

1. a) $\lim_{x \rightarrow 0^+} f_2(x) = +\infty$, $\lim_{x \rightarrow +\infty} f_2(x) = \lim_{x \rightarrow +\infty} x^2 \left(1 - \frac{\ln x}{x^2}\right) = +\infty$.

b) $\lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{f_2(x)}{x} = \lim_{x \rightarrow +\infty} x - \frac{\ln x}{x} = +\infty$ donc Γ admet une branche parabolique de direction celle de O, \vec{j} .

c) La fonction f_2 est dérivable sur $]0, +\infty[$ et pour tout $x \in]0, +\infty[$, $f_2'(x) = 2x - \frac{1}{x} = \frac{2x^2 - 1}{x}$.

Le signe de $f_2'(x)$ est celui de $2x^2 - 1$. $\begin{cases} 2x^2 - 1 \\ x \in]0, +\infty[\end{cases} \Leftrightarrow x = \frac{1}{\sqrt{2}}$.

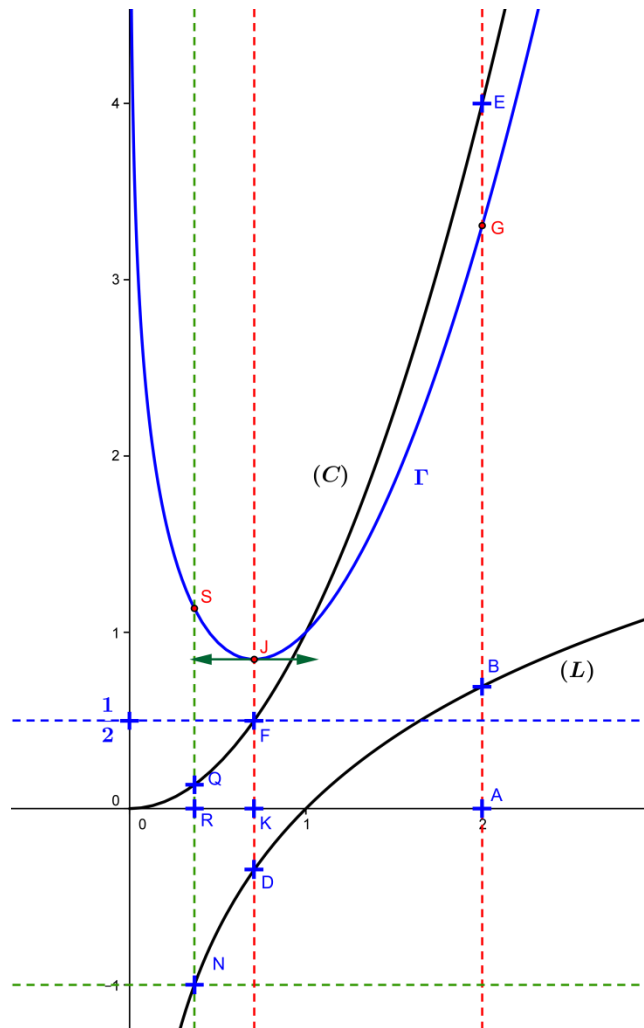
x	0	$\frac{1}{\sqrt{2}}$	$+\infty$
$f_2'(x)$		-	0
f_2	$+\infty$		$+\infty$
		$\frac{1}{2} + \frac{1}{2} \ln 2$	

2. a) Pour tout $x \in]0, +\infty[$, $MM_2 = |x^2 - \ln x| = |f_2(x)| = f_2(x)$ car f_2 admet un minimum global strictement positif sur $]0, +\infty[$ donc $f_2(x) > 0$ pour tout $x \in]0, +\infty[$.

b) *) La droite passant par le point A de l'axe des abscisses d'abscisse 2 et parallèle à l'axe des ordonnées coupe L en B et C en E. Ainsi le point de Γ d'abscisse 2 est le point G de $[AE$ tel que $EG = AB$.

**) Du point de l'axe des ordonnées d'ordonnée -1 , on mène la parallèle à l'axe des abscisses. Elle coupe L en N. Du point N on mène la parallèle à l'axe des ordonnées. Elle coupe C en Q et l'axe des abscisses en R, le point de Γ d'abscisse $\frac{1}{e}$ est alors le point S du segment RQ tel que $RS = NQ$.

***) Du point de l'axe des ordonnées d'ordonnée $\frac{1}{2}$ on mène la parallèle à l'axe des abscisses. Elle coupe C en F et de F on mène la parallèle à l'axe des ordonnées elle coupe L en H et l'axe des abscisses en K, le point de Γ d'abscisse $\frac{1}{\sqrt{2}}$ est alors le point J de la demi-droite KF tel que $KJ = HF$.



II.

1. a) La fonction f_k est dérivable sur $]0, +\infty[$ et pour $x \in]0, +\infty[$, $f'_k x = kx^{k-1} - \frac{1}{x} = \frac{kx^k - 1}{x}$.
 - b) $f'_k x = 0 \Leftrightarrow x = \sqrt[k]{\frac{1}{k}}$ de plus $f'_k x < 0 \Leftrightarrow 0 < x < \sqrt[k]{\frac{1}{k}}$ et $f'_k x > 0 \Leftrightarrow x > \sqrt[k]{\frac{1}{k}}$. Il en résulte que f'_k s'annule en $\sqrt[k]{\frac{1}{k}}$ en changeant de signe, d'où f_k admet un minimum en $\sqrt[k]{\frac{1}{k}}$ égal à $f_k\left(\sqrt[k]{\frac{1}{k}}\right) = \left(\sqrt[k]{\frac{1}{k}}\right)^k - \ln \sqrt[k]{\frac{1}{k}} = \frac{1}{k} + \frac{1}{k} \ln k = \frac{1 + \ln k}{k}$.
 - c) $MM_k = |x^k - \ln x| = |f'_k x| = f'_k x$ car le minimum de f_k est $\frac{1 + \ln k}{k} > 0$ pour $k \geq 2$. Donc la valeur minimale de MM_k est la valeur minimale de f_k sur $]0, +\infty[$ qui est égale à $f_k\left(\sqrt[k]{\frac{1}{k}}\right) = \frac{1 + \ln k}{k}$.
2. a) Pour tout $k \geq 2$, $\ln u_k = \ln \sqrt[k]{\frac{1}{k}} = \frac{1}{k} \ln \frac{1}{k} = \frac{-\ln k}{k}$. $\lim_{k \rightarrow +\infty} \ln u_k = \lim_{k \rightarrow +\infty} \frac{-\ln k}{k} = 0$ d'où $\lim_{k \rightarrow +\infty} u_k = 1$.
 - b) $AA_k = \sqrt{1 - u_k^2 + f'_k u_k^2}$. Or $\lim_{k \rightarrow +\infty} u_k = 1$ et $\lim_{k \rightarrow +\infty} f'_k u_k = \lim_{k \rightarrow +\infty} \frac{1 + \ln k}{k} = \lim_{k \rightarrow +\infty} \frac{1}{k} + \frac{\ln k}{k} = 0$.
On en déduit que $\lim_{k \rightarrow +\infty} AA_k = \lim_{k \rightarrow +\infty} \sqrt{1 - u_k^2 + f'_k u_k^2} = 0$.