| | | |
|---|---|---|
| Nom : ......................... <br> Prénom : ......................... | DS 02 CASE DES MATHS | TMATHS OISELET Oct. 2022 <br> Devoir n° 04 .../... |

*Le soin et la rédaction seront pris en compte dans la notation.* ***Faites des phrases claires et précises.***
*Le barème est approximatif. La calculatrice en mode examen est autorisée.*

**Attention ! Le sujet est recto-verso.**

## Exercice 1 — 9 points

*Cet exercice est un questionnaire à choix multiples. Pour chacune des questions, quatre réponses sont proposées, dont une seule est exacte. Le candidat complètera le tableau de la page 4 qui sera ramassé 30 minutes apès le début de l'épreuve. On ne demande pas de justification. Il est attribué 1,5 point si la réponse est exacte. Aucun point n'est enlevé en l'absence de réponse ou en cas de réponse fausse.*

### A. Question 1

1.5 pt On considère la fonction $f$ définie sur $\mathbb{R}$ par : $f(x) = x\mathrm{e}^{x^2}$.
La fonction dérivée de $f$ est la fonction $f'$ définie sur $\mathbb{R}$ par :

**a.** $f'(x) = 2x\mathrm{e}^{x^2}$ **b.** $f'(x) = (1+2x)\mathrm{e}^{x^2}$
**c.** $f'(x) = \left(1+2x^2\right)\mathrm{e}^{x^2}$ **d.** $f'(x) = \left(2+x^2\right)\mathrm{e}^{x^2}$.

$f$ est dérivable comme produit de deux fonctions dérivables et $f' = u'v + v'u$

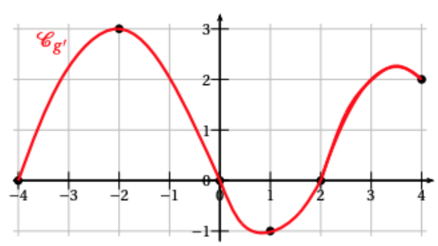
$$f'(x) = 1 \times \mathrm{e}^{x^2} + 2x \times 2x\mathrm{e}^{x^2} = \mathrm{e}^{x^2}\left(1+2x^2\right)$$

Réponse **c.**

### B. Question 2

1.5 pt

On suppose que $g$ est une fonction dérivable sur l'intervalle $[-4 ; 4]$. On donne ci-dessous la représentation graphique de sa fonction dérivée $g'$.




On peut affirmer que :

**a.** $g$ admet un maximum en $-2$. **b.** $g$ est croissante sur l'intervalle $[1 ; 2]$.
**c.** $g$ est convexe sur l'intervalle $[1 ; 2]$. **d.** $g$ admet un minimum en 0.

Par lecture graphique $g'$ est croissante sur $[1;2]$, donc $g$ est convexe sur l'intervalle $[1 ; 2]$.

Réponse **c.**

### C. Question 3

1.5 pt On considère une fonction $h$ continue sur l'intervalle $[-1 ; 1]$ telle que

$$h(-1) = 0 \qquad h(0) = 2 \qquad h(1) = 0.$$

On peut affirmer que :

**a.** La fonction $h$ est croissante sur l'intervalle $[-1\ ;\ 0]$.

**b.** La fonction $h$ est positive sur l'intervalle $[-1\ ;\ 1]$.

**c.** Il existe au moins un nombre réel $a$ dans l'intervalle $[0\,;\,1]$ tel que $h(a) = 1$.

**d.** L' équation $h(x) = 1$ admet exactement deux solutions dans l'intervalle $[-1\ ;\ 1]$.

$h(0) = 2 \qquad h(1) = 0$ , par ailleurs $h$est continue sur l'intervalle $[-1\ ;\ 1]$ donc sur $[0;1]$. Comme 1 est compris entre $h(0)$et $h(1)$, d'après le théorème des valeurs intermdiaires, il existe au moins un réel $a$ dans l'intervalle $[0\,;\,1]$ tel que $h(a) = 1$.

Réponse **c.**

# D.

Soit $f$ la fonction définie pour tout nombre réel $x$ de l'intervalle $]0\ ;\ +\infty[$ par :

$$f(x) = \frac{e^{2x}}{x}$$

On donne l'expression de la dérivée seconde $f''$ de $f$, définie sur l'intervalle $]0\ ;\ +\infty[$ par :

$$f''(x) = \frac{2e^{2x}(2x^2 - 2x + 1)}{x^3}.$$

**Question 4**

1.5 pt La fonction $f'$, dérivée de $f$, est définie sur l'intervalle $]0\ ;\ +\infty[$ par :

**a.** $f'(x) = 2e^{2x}$

**b.** $f'(x) = \dfrac{e^{2x}(x-1)}{x^2}$

**c.** $f'(x) = \dfrac{e^{2x}(2x-1)}{x^2}$

**d.** $f'(x) = \dfrac{e^{2x}(1+2x)}{x^2}$.

$f$ est dérivable comme fonction quotient de fonctions dérivables, le dénominateur étant non nul sur l'intervalle $]0\ ;\ +\infty[$.

On a : $f'(x) = \dfrac{2e^{2x} \times x - 1 \times e^{2x}}{x^2} = \dfrac{e^{2x}(2x-1)}{x^2}$.

Réponse **c.**

**Question 5**

1.5 pt La fonction $f$ :

**a.** est décroissante sur $]0\ ;\ +\infty[$

**b.** est monotone sur $]0\ ;\ +\infty[$

**c.** admet un minimum en $\dfrac{1}{2}$

**d.** admet un maximum en $\dfrac{1}{2}$.

Comme sur l'intervalle $]0\ ;\ +\infty[$, $x^2 > 0$ et $e^{2x} > 0$, le signe de $f'(x)$ est celui de $2x - 1$.

- $f'(x) = 0 \iff 2x - 1 = 0 \iff x = \dfrac{1}{2}$ ;
- $f'(x) < 0 \iff 2x - 1 < 0 \iff x < \dfrac{1}{2}$ : la fonction $f$ est décroissante sur $\left]0\ ;\ \frac{1}{2}\right[$ ;
- $f'(x) > 0 \iff 2x - 1 > 0 \iff x > \dfrac{1}{2}$ : la fonction $f$ est croissante sur $\left]\frac{1}{2}\ ;\ +\infty\right[$ ;

Conclusion : $f\left(\frac{1}{2}\right)$ est le minimum de la fonction sur $]0\ ;\ +\infty[$.

Réponse **c.**

**Question 6**

1.5 pt La fonction $f$ :

**a.** est concave sur $]0\ ;\ +\infty[$

**b.** est convexe $]0\ ;\ +\infty[$

**c.** est concave sur $\left]0\ ;\ \frac{1}{2}\right]$

**d.** est représentée par une courbe admettant un point d'inflexion.

Sur $]0\ ;\ +\infty[$, $x^3 > 0$ et $2e^{2x} > 0$, donc le signe de $f''(x)$ est celui du trinôme $2x^2 - 2x + 1$.

Or $2x^2 - 2x + 1 = 2\left(x^2 - x + \frac{1}{2}\right) = 2\left[\left(x - \frac{1}{2}\right)^2 - \frac{1}{4} + \frac{1}{2}\right] = 2\left(x - \frac{1}{2}\right)^2 + \frac{1}{2}$.

Donc $f''(x)$ somme de deux nombres positifs est positive sur $]0\ ;\ +\infty$. La fonction est donc convexe sur $]0\ ;\ +\infty[$.

Réponse **b.**

## Exercice 2 — 7 points

On considère les fonctions $f, g$ et $h$ définies par $f(x) = x^2+1; g(x) = \sqrt{x}$ et $h(x) = x-4$.

1.5 pt **1** **a.** Déterminer l'ensemble de définition et l'ensemble de dérivabilité de $g \circ f$ .

✍ ensemble de définition de $g \circ f$ :

$g \circ f(x) = g(f(x))$ existe ssi $f(x)$ existe et $f(x)$ appartient à l'ensemble de définition de $g$.
En notant $D_f$, $D_g, \cdots$ les ensembles de définition de $f, g \cdots$ On a $D_f = \mathbb{R}, D_g = [0;+\infty[$ et $D_h = \mathbb{R}$

$$x \in D_{g\circ f} \iff x \in D_f \text{ et } f(x) \in D_g$$

Ici $f(x) = x^2+1 > 0$ donc $f(x) \in D_g$, ainsi $D_{g\circ f} = \mathbb{R}$

✍ ensemble de dérivabilité de $g \circ f$ :
$f$ est dérivable sur $\mathbb{R}$ et est strictement postive donc à valeurs dans $]0;+\infty[$ intervalle où la racine carrée est dérivable, ainsi $g \circ f$ est dérivable sur $\mathbb{R}$.

**b.** Déterminer l'expression de $g \circ f$ puis celle de $(g \circ f)'$

1 pt ✍

$$\begin{aligned} g \circ f(x) &= g(f(x)) \\ &= g(x^2+1) \\ &= \sqrt{x^2+1} \end{aligned}$$

1.5 pt ✍

$$\begin{aligned} (g \circ f)'(x) &= f'(x) \times g'(f(x)) \\ &= 2x \times \frac{1}{2\sqrt{x^2+1}} \\ \frac{2x}{2\sqrt{x^2+1}} &= \frac{x}{\sqrt{x^2+1}} \end{aligned}$$

✍ On peut aussi directement utiliser la formule de dérivation $\left(\sqrt{u}\right) = \dfrac{u'}{\sqrt{u}}$

$$\boxed{g \circ f(x) == \sqrt{x^2+1} \text{ et } (g \circ f)'(x) = \frac{x}{\sqrt{x^2+1}}}$$

1 pt **2** **a.** Déterminer l'ensemble de définition et l'ensemble de dérivabilité de $f \circ h$ .

$$x \in D_{f\circ h} \iff x \in D_h \text{ et } h(x) \in D_f$$

Ici $D_h = D_f = \mathbb{R}$ donc $D_{f\circ h} = \mathbb{R}$.
$f$ et $h$ sont dérivables sur $\mathbb{R}$ donc $f \circ h$ est dérivable sur $\mathbb{R}$ comme composée de fonctions dérivables sur $\mathbb{R}$.

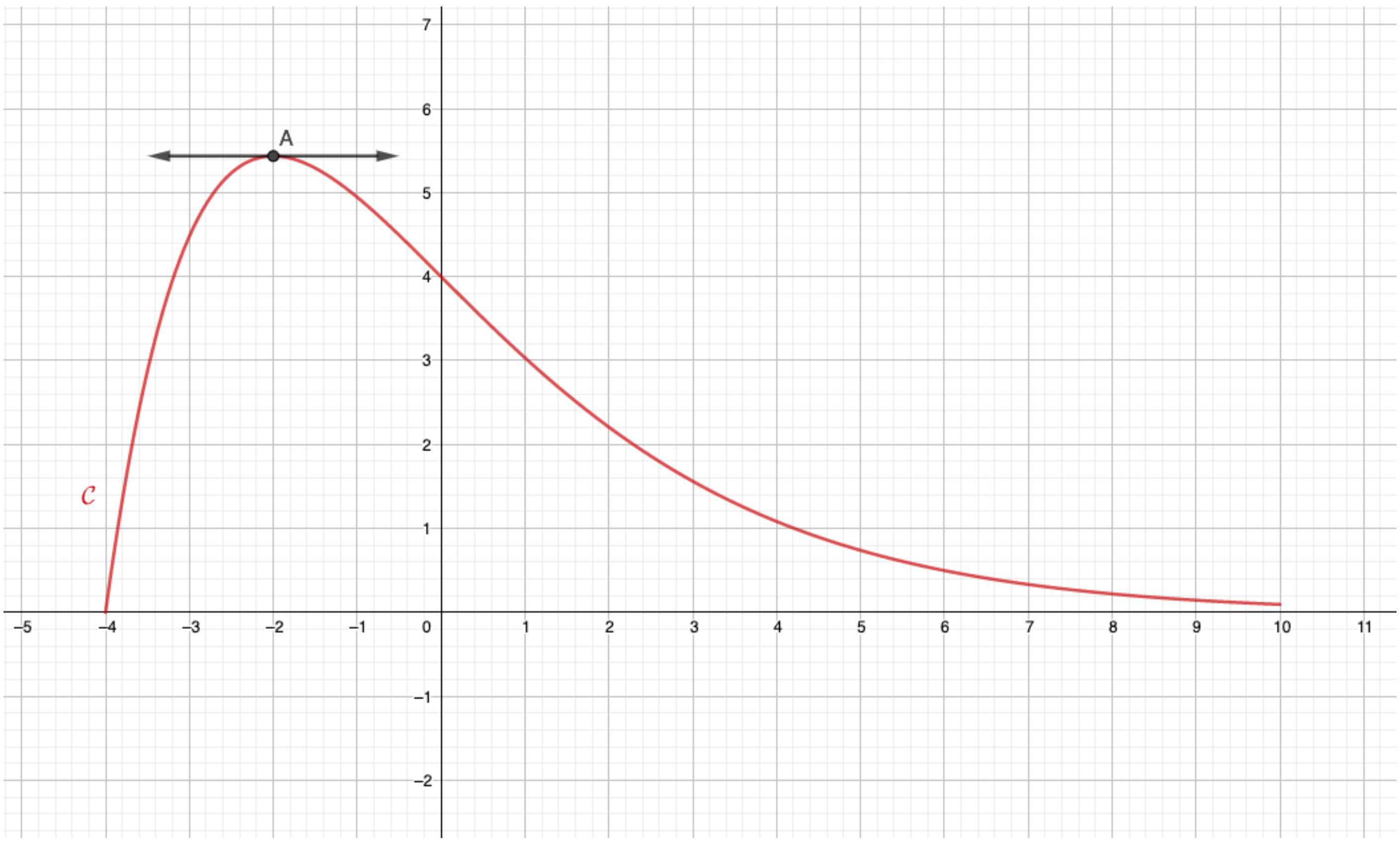
2 pts **b.** Déterminer l'expression de $f \circ h$ puis celle de $(f \circ h)'$

$$\begin{aligned} f \circ h(x) &= f(h(x)) \\ &= f(x-4) \\ &= (x-4)^2+1 \\ &= (x^2-8x+16)+1 = x^2-8x+17 \end{aligned}$$

$$\boxed{f \circ h(x) = x^2-8x+17 \text{ et } (f \circ h)'(x) = 2x-8}$$

## Exercice 3 — 9,5 points

La courbe $\mathcal{C}$ ci-dessous est la courbe représentative dans le plan muni d'un repère orthonormé d'une fonction $f$ définie et deux fois dérivable sur l'intervalle $[-4;10]$. On note $f'$ la fonction dérivée de $f$, et $f''$ sa dérivée seconde.
La tangente à la courbe $\mathcal{C}$ au point $A$ d'abscisse $-2$ est parallèle à l'axe des abscisses.




**PARTIE A**

1 pt **1** Déterminer, en la justifiant, la valeur de $f'(-2)$.
La tangente à la courbe $\mathcal{C}$ au point d'abscisse -2 est horizontale, donc $f'(-2) = 0$

0.5 pt **2** Par une lecture graphique, quel semble être le signe de $f'(4)$ ?
$f$ est décroissante sur $[-2;10]$, donc pour tout $x \in [-2;10]$, on a $f'(x) \leq 0$. Comme $4 \in [-2;10]$,, on déduit $f'(4) \leq 0$.

**PARTIE B**

La fonction $f$ précédente est définie sur l'intervalle $[-4;10]$ par $f(x) = (x+4)\mathrm{e}^{-0,5x}$.

1.5 pt **1** **a.** Montrer que $f'(x) = (-0,5x-1)\mathrm{e}^{-0,5x}$.
$f$ est dérivable comme somme de deux fonctions dérivables. $f = uv$, d'où $f' = u'v + v'u$ avec pour tout réel $x$, dans $D_f$ : $\begin{cases} u(x) &= x+4 \\ v(x) &= \mathrm{e}^{-0,5x} \end{cases}$ ainsi : $\begin{cases} u'(x) &= 1 \\ v'(x) &= -0,5\mathrm{e}^{-0,5x} \end{cases}$

$$\begin{aligned} f'(x) &= 1 \times \mathrm{e}^{-0,5x} - 0,5\mathrm{e}^{-0,5x}(x+4) \\ &= \mathrm{e}^{-0,5x}(1 - 0,5(x+4)) \\ &= \mathrm{e}^{-0,5x}(1 - 0,5x - 2) \\ &= (-0,5x-1)\mathrm{e}^{-0,5x} \end{aligned}$$

3 pts **b.** Étudier les variations de la fonction $f$ sur l'intervalle $[-4;10]$.
On étudie le signe de la dérivée : La fonction exponentielle étant strictement positive, $f'(x)$ a le signe de $(-0,5x-1)$.

✍

$$\begin{aligned} f'(x)=0 &\iff (-0,5x-1)=0\\ &\iff -0,5x=1\\ &\iff x=\frac{1}{-0,5}=-2 \end{aligned}$$

✍

$$\begin{aligned} f'(x)>0 &\iff (-0,5x-1)>0\\ &\iff -0,5x>1\\ &\iff x<\frac{1}{-0,5}\\ &\iff x<-2 \end{aligned}$$

On déduit le tableau de variations de $f$ sur $[-4;10]$ :

| $x$ | $-4$ | | $-2$ | | $10$ |
|---|---|---|---|---|---|
| $f'(x)$ | | $+$ | $0$ | $-$ | |
| Variations de $f$ | $0$ | ↗ | $2\mathrm{e}^{-1}$ | ↘ | $14\mathrm{e}^{-5}$ |

**2** On admet que la dérivée seconde de $f$ est définie par $f''(x)=0,25x\mathrm{e}^{-0,5x}$.

2.5 pts **a.** Étudier la convexité de la fonction $f$ sur l'intervalle $[-4;10]$.
On étudie le signe de la dérivée seconde sur l'intervalle $[-4;10]$.

| $x$ | $-4$ | | $0$ | | $10$ |
|---|---|---|---|---|---|
| signe de 0.25 | | + | | + | |
| signe de $x$ | | - | 0 | + | |
| signe de $\mathrm{e}^{-0.5x}$ | | + | | + | |
| signe de $f''(x)$ | | - | 0 | + | |

$f''(x)<0$ sur $[-4;0]$, $f$ est donc concave sur $[-4;0]$
$f''(x)>0$ sur $[0;10]$, $f$ est donc convexe sur $[0;10]$

1 pt **b.** En déduire que la courbe $\mathcal{C}$ admet un unique point d'inflexion $I$ dont on calculera les coordonnées.
La dérivée seconde s'annule en changeant de signe en 0.

Le point $A(0;4)$ est donc un point d'inflexion de la courbe $\mathcal{C}$.

**Exercice 4** — **18 points**

On considère la fonction $f$ définie sur $\mathbb{R}$ par $f(x) = x^2\left(e^{x-1} - \frac{1}{2}\right)$. On note $\mathscr{C}_f$ sa courbe représentative dans un repère orthonormé.

## Première partie

**Etude d'une fonction annexe :**

Soit $g$ la fonction définie sur $\mathbb{R}$ par $g(x) = (x+2)e^{x-1} - 1$.

3.5 pts **1** Dresser en le justifiant le tableau de variation de $g$.

✍ Dérivée : $g$ est dérivable comme somme de deux fonctions dérivables. $g = uv - 1$, d'où $f' = u'v + v'u$ avec pour tout réel $x$, dans $\mathbb{R}$ : $\begin{cases} u(x) &= x+2 \\ v(x) &= e^{x-1} \end{cases}$ ainsi : $\begin{cases} u'(x) &= 1 \\ v'(x) &= e^{x-1} \end{cases}$

$$\begin{aligned} g'(x) &= 1 \times e^{x-1} + (x+2)e^{x-1} \\ &= e^{x-1}(x+2+1) \\ &= (x+3)e^{x-1} \end{aligned}$$

✍ Signe de la dérivée : La fonction exponentielle étant strictement positive, $g'(x)$ a le signe de $(x+3)$.

$$\begin{aligned} g'(x) = 0 &\iff (x+3) = 0 \\ &\iff x = -3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} g'(x) > 0 &\iff (x+3) > 0 \\ &\iff x > -3 \end{aligned}$$

✍ On déduit le tableau de variations de $g$ sur $\mathbb{R}$ :

| $x$ | $-\infty$ | | $-3$ | | $+\infty$ |
|---|---|---|---|---|---|
| $g'(x)$ | | $-$ | $0$ | $+$ | |
| Variations de $g$ | ↘ | | $-e^{-4} - 1$ | | ↗ |

2.5 pts **2** Montrer que l'équation $g(x) = 0$ a une unique solution $\alpha$ dans l'intervalle $[-3;2]$.

| $x$ | $-3$ | | $2$ |
|---|---|---|---|
| Variations de $g$ | $-e^{-4} - 1$ | ↗ | $4e - 1$ |

D'après le théorème de la bijection :

✍ $g$ est une fonction dérivable (donc continue) sur l' intervalle $[-3;2]$.

✍ $g$ est strictement croissante sur l' intervalle $[-3;2]$.

✍ $g(-3) = -e^{-4} - 1$ et $g(2) = 4e - 1$

✍ $g$ réalise donc une bijection de $[-3;2]$ sur $\left[-e^{-4}-1;.4e-1\right]$
0 est compris entre $g(-3)$ et $g(2)$, en effet $g(-3)<0$ et $g(2)>0$
donc l'équation $g(x)=0$ a une racine unique $\alpha$ dans $[-3;2]$ .

0.5 pt **3** Donner un encadrement de $\alpha$ à $10^{-2}$ près.
$g(0,20)\approx -0,01$ et $g(0,21)\approx 0,003$ donc

$$\boxed{0,20<\alpha<0,21}$$

1 pt **4** En déduire le signe de $g$ sur $\mathbb{R}$.

✍ Sur $]-\infty;-3]$, on a $x\leq -3$, donc $x+2\leq -1<0$, par ailleurs $e^{x-1}>0$, donc par produit $(x+2)e^{x-1}<0$, puis en ajoutant -1 :
pour tout $x\in]-\infty;-3]$, on a $(x+2)e^{x-1}-1<-1<0$, soit $g(x)<0$ sur $]-\infty;-3]$.

✍ Sur $[-3;+\infty[$

| $x$ | $-3$ | | $\alpha$ | | $+\infty$ |
|---|---|---|---|---|---|
| $g'(x)$ | 0 | + | | + | |
| Variations de $g$ | | $\nearrow$ | 0 | $\nearrow$ | |
| Signe de $g(x)$ | | - | 0 | + | |

✍ Bilan :

| $x$ | $-\infty$ | | $\alpha$ | | $+\infty$ |
|---|---|---|---|---|---|
| signe de $g(x)$ | | - | 0 | + | |

# Deuxième partie

**Etude de la fonction $f$**

2 pts **1** Démontrer que $f'(x)=xg(x)$.
$f$ est dérivable comme somme de deux fonctions dérivables.
$f=uv$, d'où $f'=u'v+v'u$

avec pour tout réel $x$, dans $\mathbb{R}$ : $\begin{cases} u(x) &= x^2 \\ v(x) &= \left(e^{x-1}-\frac{1}{2}\right)\end{cases}$ ainsi : $\begin{cases} u'(x) &= 2x \\ v'(x) &= e^{x-1}\end{cases}$

$$\begin{aligned} f'(x) &= 2x\times\left(e^{x-1}-\frac{1}{2}\right)+x^2\times e^{x-1} \\ &= x\left[2\left(e^{x-1}-\frac{1}{2}\right)+xe^{x-1}\right] \\ &= x\left[2e^{x-1}-1+xe^{x-1}\right] \\ &= x\left[(x+2)e^{x-1}-1+\right] \\ &= xg(x)\end{aligned}$$

2 pts **2** En déduire le tableau de variation de $f$ sur $\mathbb{R}$.

✍ On étudie le signe de la dérivée :

| $x$ | $-\infty$ | | $0$ | | $\alpha$ | | $+\infty$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| signe de $x$ | | - | $0$ | + | | + | |
| signe de $g(x)$ | | - | | - | $0$ | + | |
| signe de $f'(x)$ | | + | $0$ | - | | + | |

✍ On déduit le tableau de variations de $f$ sur $\mathbb{R}$ :

| $x$ | $-\infty$ | | $0$ | | $\alpha$ | | $+\infty$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $f'(x)$ | | $+$ | $0$ | $-$ | $0$ | $+$ | |
| Variations de $f$ | | ↗ | $0$ | ↘ | $f(\alpha)$ | ↗ | |

2 pts **3** Montrer que $f(\alpha) = -\dfrac{\alpha^3}{2(\alpha+2)}$

$$\begin{aligned}
g(\alpha) = 0 \quad & \Longleftrightarrow (\alpha+2)\mathrm{e}^{\alpha-1} - 1 = 0 \\
& \Longleftrightarrow (\alpha+2)\mathrm{e}^{\alpha-1} = 1 \\
& \Longleftrightarrow \mathrm{e}^{\alpha-1} = \frac{1}{\alpha+2} \\
\text{Alors } f(\alpha) \quad & = \alpha^2 \times \left(\mathrm{e}^{\alpha-1} - \frac{1}{2}\right) \\
& = \alpha^2 \times \left(\frac{1}{\alpha+2} - \frac{1}{2}\right) \\
& = \alpha^2 \times \left(\frac{2-(\alpha+2)}{2(\alpha+2)}\right) \\
& = \alpha^2 \times \left(\frac{-\alpha}{2(\alpha+2)}\right) \\
& = -\frac{\alpha^3}{2(\alpha+2)}
\end{aligned}$$

2.5 pts **4** **Bonus** Donner, en le justifiant, un encadrement de $f(\alpha)$.

On a $f(\alpha) = h(\alpha)$ où $h(x) = -\dfrac{x^3}{(2x+4)}$.

On étudie les variations de $h$ :

✍ Calcul de la dérivée :
$h$ est dérivable comme quotient de deux fonctions dérivables dont le dénominateur ne s'annule pas sur $\mathbb{R} \setminus \{-2\}$ .

$h = \dfrac{u}{v}$ d'où $h' = \dfrac{u'v - v'u}{v^2}$ avec pour tout réel $x$, dans $\mathbb{R} \setminus \{-2\}$ : $\begin{cases} u(x) &= -x^3 \\ v(x) &= 2x+4 \end{cases}$ ainsi : $\begin{cases} u'(x) &= -3x^2 \\ v'(x) &= 2 \end{cases}$

$$\begin{aligned} h'(x) &= \frac{-3x^2(2x+4) - 2(-x^3)}{(2x+4)^2} \\ &= \frac{-6x^3 - 12x^2 + 2x^3}{(2x+4)^2} \\ &= \frac{-4x^3 - 12x^2}{(2x+4)^2} \\ &= \frac{-4x^2(x+3)}{(2x+4)^2} \end{aligned}$$

✍ On étudie le signe de la dérivée :

| $x$ | $-\infty$ | | $-3$ | | $-2$ | | $0$ | | $+\infty$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| signe de $-4x^2$ | | - | | - | | - | 0 | - | |
| signe de $x+3$ | | - | 0 | + | | + | | + | |
| signe de $(2x+4)^2$ | | + | | + | 0 | + | | + | |
| signe de $h'(x)$ | | + | 0 | - | ‖ | - | 0 | - | |

✍ $h$ est donc strictement décroissante sur $[0;+\infty[$ donc sur $[0,20;0,21]$

$$\begin{array}{rl} \text{Comme} & 0,20 < \alpha < 0,21 \\ & h(0,20) > h(\alpha) > h(0,21) \\ \text{soit} & -0,0018 > h(0,20) > f(\alpha) > h(0,21) > -0,0021 \end{array}$$

$$\boxed{-0,0021 < f(\alpha) < -0,0018}$$

2 pts **5** Existe-t-il des tangentes à $\mathscr{C}_f$ parallèles à l'axe des abscisses ? Si oui, en quel(s) point(s) ?
Les points où la tangente est parallèle à l'axe des abscisses ont une abscisse $x$ vérifiant : $f'(x) = 0$ :

$$f'(x) = 0 \iff xg(x) = 0 \iff x = 0 \text{ ou } g(x) = 0 \iff x = 0 \text{ ou } x = \alpha$$

$\boxed{\text{Deux points de } \mathscr{C}_f \text{ ont une tangente parallèle à l'axe des abscisses ; ce sont } O(0;0) \text{ et } A(\alpha; f(\alpha)).}$

✄ ✄ ✄ ✄ ✄ ✄ ✄ ✄ ✄ ✄ ✄ ✄ ✄ ✄ ✄ ✄ ✄ ✄ ✄ ✄ ✄ ✄ ✄ ✄ ✄ ✄ ✄ ✄ ✄ ✄ ✄ ✄ ✄ ✄ ✄ ✄ ✄ ✄

**A rendre au bout de 30 minutes.**
Nom , prénom :
Groupe :

| | Question 1 | Question 2 | Question 3 | Question 4 | Question 5 | Question 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Réponse | c | c | c | c | c | b |