تصحيح التمرين الأول

الجزء الأول :

1) لندرس تغيرات الدالة g على المجال $]0,+\infty[$:

لدينا g قابلة للاشتقاق على المجال $]0,+\infty[$

ليكن $x \in]0,+\infty[$:

لدينا :

$$g'(x) = \left(2x^3 - 1 + 2\ln x\right)'$$
$$= 6x^2 + \frac{2}{x}$$

إذن : $g'(x) = 6x^2 + \frac{2}{x}$ $\left(\forall x \in]0,+\infty[\right)$

و من الواضح أن $g'(x) > 0$ $\left(\forall x \in]0,+\infty[\right)$

و منه الدالة g تزايدية قطعا على $]0,+\infty[$

2)

- ✓ لدينا g متصلة على $]0,+\infty[$
- ✓ و g تزايدية قطعا على $]0,+\infty[$
- ✓ و لدينا $0 \in g\left(]0,+\infty[\right)$ **(لأن** $g\left(]0,+\infty[\right) = \left]\lim_{x\to0^+} g(x), \lim_{x\to+\infty} g(x)\right[=]-\infty,+\infty[$ **)**

و منه يوجد α وحيد من $]0,+\infty[$ بحيث $g(\alpha) = 0$

3) لندرس إشارة $g(x)$:

- ✓ على المجال $]0,\alpha]$: لدينا $0 < x \le \alpha$ و نعلم أن g تزايدية

  إذن : $g(x) \le g(\alpha)$

  و منه $g(x) \le 0$ (لأن $g(\alpha) = 0$)

- ✓ على المجال $[\alpha,+\infty[$: لدينا $x \ge \alpha$ و نعلم أن g تزايدية

  إذن : $g(x) \ge g(\alpha)$

  و منه $g(x) \ge 0$ (لأن $g(\alpha) = 0$)

الجزء الثاني :

(1

✓

$$\lim_{x\to 0^+} f(x) = \lim_{x\to 0^+} 2x - \frac{\ln x}{x^2}$$
$$= \lim_{x\to 0^+} 2x - \frac{1}{x^2}\ln x = +\infty$$

لأن : $\begin{cases} \lim_{x\to 0^+} \ln x = -\infty \\ \lim_{x\to 0^+} \frac{1}{x^2} = +\infty \end{cases}$ و $\lim_{x\to 0^+} 2x = 0$

التأويل الهندسي:

(C_f) يقبل مقاربا عموديا معادلته $x = 0$

✓

- $\lim_{x\to +\infty} f(x) = \lim_{x\to +\infty} 2x - \frac{\ln x}{x^2}$
  $= +\infty$

لأن : $\begin{cases} \lim_{x\to +\infty} \frac{\ln x}{x^2} = 0 \\ \lim_{x\to +\infty} 2x = +\infty \end{cases}$

- لدينا : $\lim_{x\to +\infty} f(x) - 2x = \lim_{x\to +\infty} -\frac{\ln x}{x^2} = 0$

التأويل الهندسي:

(C_f) يقبل مقاربا مقاربا مائلا معادلته $y = 2x$ بجوار $+\infty$

(2 ليكن $x \in]0,+\infty[$:

لدينا : $f(x) - 2x = -\frac{\ln x}{x^2}$

و لدينا : $x^2 > 0$ إذن إشارة $f(x) - 2x$ هي إشارة $-\ln x$

✓ على المجال $]0,1]$:

لدينا $\ln x \le 0$

إذن $-\ln x \geq 0$

و منه $f(x)-2x \geq 0$

و بالتالي (C_f) يوجد فوق المستقيم (Δ)

✓ على المجال $[1,+\infty[$:

لدينا $\ln x \geq 0$

إذن $-\ln x \leq 0$

و منه $f(x)-2x \leq 0$

و بالتالي (C_f) يوجد تحت المستقيم (Δ)

3) ليكن $x \in]0,+\infty[$:

✓ لدينا :

$$\begin{aligned}
f'(x) &= \left(2x-\frac{\ln x}{x^2}\right)' \\
&= 2-\frac{\ln'(x)\times x^2-\ln(x)\times(x^2)'}{(x^2)^2} \\
&= 2-\frac{\frac{1}{x}\times x^2-\ln(x)\times 2x}{x^4} \\
&= 2-\frac{x-\ln(x)\times 2x}{x^4} \\
&= 2-\frac{x(1-2\ln x)}{x^4} \\
&= 2-\frac{1-2\ln x}{x^3} \\
&= \frac{2x^3-1+2\ln x}{x^3} \\
&= \frac{g(x)}{x^3}
\end{aligned}$$

إذن $f'(x)=\dfrac{g(x)}{x^3} \quad (\forall x \in]0,+\infty[)$

✓ لدينا : $x^3>0$ إذن إشارة $f'(x)$ هي إشارة $g(x)$

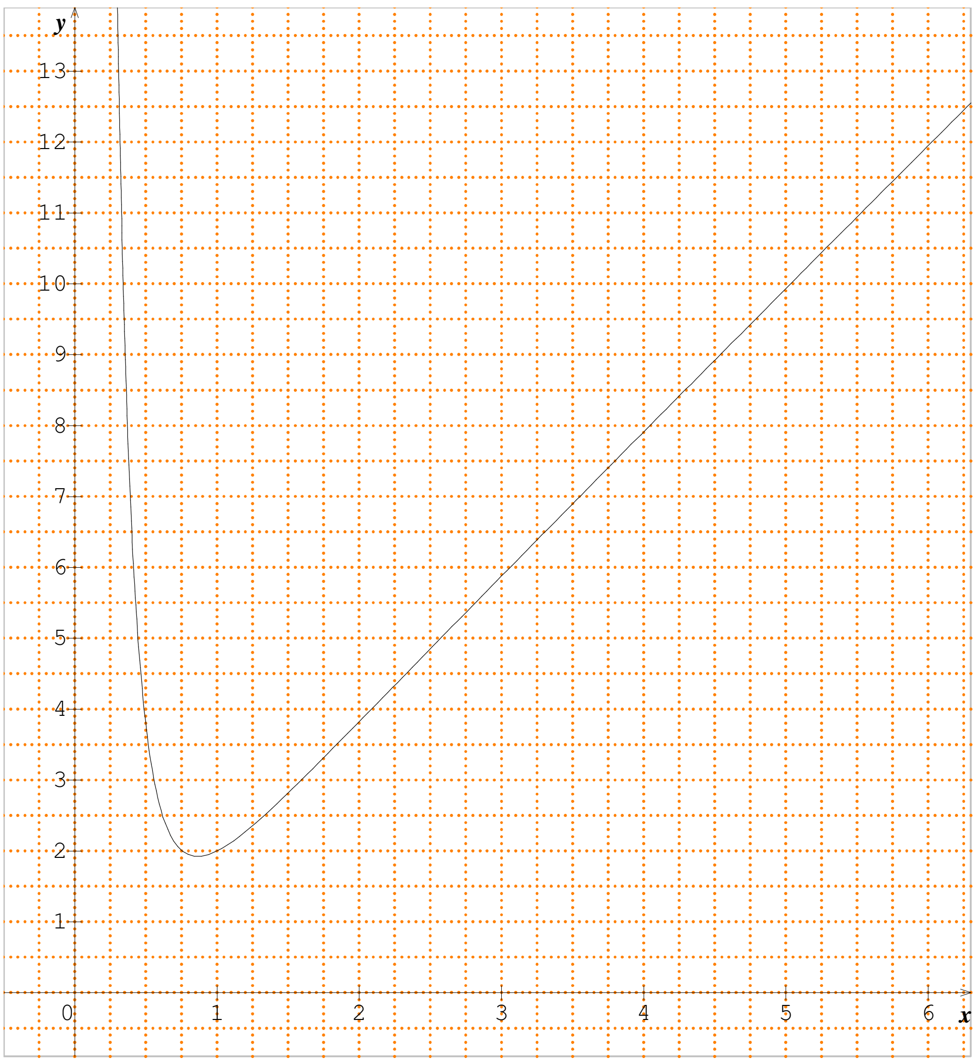
✓ على المجال $]0,\alpha]$: $g(x)\leq 0$ إذن $f'(x)\leq 0$ و منه f تناقصية

و على المجال $[\alpha,+\infty[$: $g(x)\geq 0$ إذن $f'(x)\geq 0$ و منه f تزايدية

جدول تغيرات الدالة f **:**

x	0		α		$+\infty$
$f'(x)$		$-$	0	$+$	
$f(x)$	$+\infty$	$\searrow$	$f(\alpha)$	$\nearrow$	$+\infty$

4)



الجزء الثالث :

(1

$$I_n = \int_1^n |f(x)|dx \times \|\vec{i}\| \times \|\vec{j}\|$$
$$= \int_1^n \left|-\frac{\ln x}{x^2}\right| dx \times 2cm^2$$
$$= 2\int_1^n \frac{\ln x}{x^2} dx . cm^2$$

(2 لدينا : $\int_1^n \frac{\ln x}{x^2} dx = \int_1^n \ln(x) \times \frac{1}{x^2} dx$

$$\begin{cases} u(x) = \ln x \\ v'(x) = \frac{1}{x^2} \end{cases} \qquad \begin{cases} u'(x) = \frac{1}{x} \\ v(x) = \frac{-1}{x} \end{cases}$$

$$\int_1^n \frac{\ln x}{x^2} dx = \left[-\frac{\ln x}{x}\right]_1^n - \int_1^n -\frac{1}{x^2} dx$$
$$= \left[-\frac{\ln x}{x}\right]_1^n - \left[\frac{1}{x}\right]_1^n$$
$$= \left(\left(\frac{-\ln n}{n}\right) - 0\right) - \left(\frac{1}{n} - 1\right)$$
$$= 1 - \frac{1}{n} - \frac{\ln n}{n}$$

(3

$$I_n = 2\int_1^n \frac{\ln x}{x^2} dx . cm^2$$
$$= \left(2 - \frac{2}{n} - \frac{\ln n}{n}\right) . cm^2$$

✓

✓

$$\lim_{n \to +\infty} I_n = 2 . cm^2$$

لأن $\lim_{n \to +\infty} \frac{2}{n} = 0$ و $\lim_{n \to +\infty} \frac{\ln n}{n} = 0$

تصحيح التمرين الثاني

الجزء الأول

1) أ- لندرس تغيرات f على المجال $]-1,+\infty[$:

لدينا f قابلة للإشتقاق على $]-1,+\infty[$

ليكن $x \in]-1,+\infty[$:

$$\begin{aligned} f'(x) &= \left(1+\ln(x+1)\right)' \\ &= 0+\frac{(x+1)'}{x+1} \\ &= \frac{1}{x+1} \end{aligned}$$

إذن : $(\forall x \in]-1,+\infty[) \quad f'(x)=\frac{1}{x+1}$

لدينا : $x>-1$ إذن $x+1>0$ و منه $(\forall x \in]-1,+\infty[) \quad f'(x)>0$

و بالتالي : f تزايدية قطعا على المجال $]-1,+\infty[$.

ب- لدينا :

✓ $$\lim_{\substack{x \to -1 \\ x>-1}} f(x) = \lim_{\substack{x \to -1 \\ x>-1}} 1+\ln(x+1) = \lim_{\substack{t \to 0 \\ t>0}} 1+\ln(t) = -\infty$$

لأن : $\lim_{\substack{x \to -1 \\ x>-1}} \ln(x+1) = \lim_{\substack{t \to 0 \\ t>0}} \ln(t) = -\infty \quad \begin{pmatrix} t=1+x \\ x \to -1^+ \\ t \to 0^+ \end{pmatrix}$

✓ $$\lim_{x \to +\infty} f(x) = \lim_{x \to +\infty} 1+\ln(x+1) = \lim_{t \to +\infty} 1+\ln(t) = +\infty$$

لأن : $\lim_{x \to +\infty} \ln(x+1) = \lim_{t \to +\infty} \ln(t) = +\infty \quad \begin{pmatrix} t=1+x \\ x \to +\infty \\ t \to +\infty \end{pmatrix}$

2) أ- لدينا : $$\lim_{\substack{x \to -1 \\ x>-1}} g(x) = \lim_{\substack{x \to -1 \\ x>-1}} f(x)-x = \lim_{\substack{x \to -1 \\ x>-1}} 1+\ln(x+1)-x = -\infty$$

لأن : $\begin{cases} \lim_{\substack{x \to -1 \\ x>-1}} 1+\ln(x+1) = -\infty \\ \lim_{\substack{x \to -1 \\ x>-1}} -x = 1 \end{cases}$

ب-

✓ $$\lim_{x\to+\infty}\frac{\ln(x+1)}{x+1}=\lim_{t\to+\infty}\frac{\ln t}{t}=0 \qquad \begin{pmatrix} t=x+1 \\ x\to+\infty \\ t\to+\infty \end{pmatrix}$$

✓

$$\begin{aligned}\lim_{x\to+\infty} g(x) &= \lim_{x\to+\infty} 1+\ln(x+1)-x \\ &= \lim_{x\to+\infty} 1+(x+1).\left(\frac{\ln(x+1)}{x+1}-\frac{x}{x+1}\right) \\ &= -\infty\end{aligned}$$

لأن : $$\begin{cases} \lim\limits_{x\to+\infty} x+1=+\infty \\ \lim\limits_{x\to+\infty}\dfrac{\ln(x+1)}{x+1}=0 \\ \lim\limits_{x\to+\infty}\dfrac{-x}{x+1}=-1 \end{cases}$$

ج- الدالة g قابلة للإشتقاق على $]-1,+\infty[$

ليكن $x\in]-1,+\infty[$:

$$\begin{aligned} g'(x) &= (f(x)-x)' \\ &= f'(x)-1 \\ &= \frac{1}{1+x}-1 \\ &= \frac{1-1-x}{1+x} \\ &= \frac{-x}{x+1}\end{aligned}$$

لدينا : $g'(x)=0 \Leftrightarrow x=0$

و لدينا : $x+1>0$ إذن إشارة $g'(x)$ هي إشارة $-x$

x	-1 0 $+\infty$
$-x$	$+$ 0 $-$

جدول تغيرات g :

x	-1		0		$+\infty$
$g'(x)$		$+$	0	$-$	
$g(x)$	$-\infty$	$\nearrow$	1	$\searrow$	$-\infty$

د-

✓ **على المجال $]-1,0]$:**

- لدينا g متصلة
- و لدينا g تزايدية قطعا
- و لدينا : $0\in g\left(]-1,0]\right)=]-\infty,1]$

إذن المعادلة $g(x)=0$ تقبل حلا وحيدا α من المجال $]-1,0]$ و منه $\alpha\leq 0$

✓ **على المجال $[0,+\infty[$**

- لدينا g متصلة
- و لدينا g تناقصية قطعا
- و لدينا : $0\in g\left([0,+\infty[\right)=]-\infty,1]$

إذن المعادلة $g(x)=0$ تقبل حلا وحيدا β من المجال $[0,+\infty[$

- لدينا g متصلة على $[2,3]$
- و $g(2)\times g(3)\leq 0$

إذن حسب مبرهنة القيم الوسيطية $2\leq\beta\leq 3$

✓ خلاصة : المعادلة $g(x)=0$ تقبل بالضبط حلين α و β حيث $\alpha\leq 0$ و $2\leq\beta\leq 3$

ه-

✓ **على المجال $]-1,\alpha]$:**

لدينا $-1<x\leq\alpha$ و g تزايدية

إذن : إذن : $g(x)\leq g(\alpha)$

و منه $g(x)\leq 0$ (لأن $g(\alpha)=0$)

✓ **على المجال $[\alpha,\beta]$:**

لدينا : $g\left(\left[\alpha,\beta\right]\right)=\left[0,1\right]$

إذن : $\forall x\in\left[\alpha,\beta\right]\quad 0\le g\left(x\right)\le 1$

و منه : $\forall x\in\left[\alpha,\beta\right]\quad 0\le g\left(x\right)$

- ✓ **<u>على المجال</u>** $\left[\beta,+\infty\right[$

لدينا $x\ge\beta$ و g تناقصية

إذن : إذن : $g\left(x\right)\le g\left(\beta\right)$

و منه $g\left(x\right)\le 0$ (لأن $g\left(\beta\right)=0$)

<u>الوضع النسبي ل</u> $\left(C_f\right)$ **<u>و</u>** $\left(D\right)$

- ✓ **<u>على كل من المجالين</u>** $\left]-1,\alpha\right]$ **<u>و</u>** $\left[\beta,+\infty\right[$ **:**

لدينا $g\left(x\right)\le 0$

إذن : $f\left(x\right)-x\le 0$

و منه $\left(C_f\right)$ تحت المستقيم $\left(D\right)$

- ✓ **<u>على المجال</u>** $\left[\alpha,\beta\right]$ **:**

لدينا $g\left(x\right)\ge 0$

إذن : $f\left(x\right)-x\ge 0$

و منه $\left(C_f\right)$ فوق المستقيم $\left(D\right)$

<u>الجزء الثاني :</u>

(1

- ✓ من أجل $n=0$:

لدينا : $u_0=2$

إذن : $2\le u_0\le\beta$

- ✓ ليكن $n\in\mathbb{N}$:

- نفترض أن : $2\le u_n\le\beta$
- و نبين أن : $2\le u_{n+1}\le\beta$ ؟

حسب الإفتراض $2\le u_n\le\beta$ و نعلم أن f تزايدية

إذن : $f\left(2\right)\le f\left(u_n\right)\le f\left(\beta\right)$

إذن : $1+\ln 3\le u_{n+1}\le\beta$

و منه $2 \leq u_{n+1} \leq \beta$

(لأن $2 \leq 1+\ln 3$ و $\begin{aligned} g(\beta)=0 &\Leftrightarrow f(\beta)-\beta=0 \\ &\Leftrightarrow f(\beta)=\beta \end{aligned}$)

- نستنتج أن : $2 \leq u_n \leq \beta$ لكل n من $\mathbb{N}$

2) على المجال $[\alpha,\beta]$ لدينا : $f(x)-x \geq 0$

إذن على المجال $[2,\beta]$: $f(x)-x \geq 0$ (لأن $[2,\beta]\subset[\alpha,\beta]$)

و نعلم أن $2 \leq u_n \leq \beta$ لكل n من $\mathbb{N}$

إذن : $f(u_n)-u_n \geq 0$ لكل n من $\mathbb{N}$

إذن : $u_{n+1}-u_n \geq 0$ لكل n من $\mathbb{N}$

و منه المتتالية $(u_n)_n$ تزايدية

❖ بما أن $(u_n)_n$ تزايدية و مكبورة (بالعدد β) فإن $(u_n)_n$ متقاربة

ملاحظة : لدينا :

$$\begin{cases} u_0 = 2 \in [2,\beta] \\ u_{n+1} = f(u_n) \quad (n\in\mathbb{N}) \end{cases}$$

- f متصلة على $[2,\beta]$
- $f([2,\beta])\subset[2,\beta]$
- $(u_n)_n$ متقاربة

إذن نهاية $(u_n)_n$ هي حل للمعادلة $f(x)=x$

$$\begin{aligned} f(x)=x &\Leftrightarrow f(x)-x=0 \\ &\Leftrightarrow g(x)=0 \\ &\Leftrightarrow x=\alpha \text{ أو } x=\beta \end{aligned}$$

و بما أن $\alpha \notin [2,\beta]$ فإن $\lim_{n\to+\infty} u_n = \beta$

تصحيح التمرين الثالث

الجزء الأول :

1) لدينا الدالة U قابلة للإشتقاق على $]0,+\infty[$

ليكن $x \in]0,+\infty[$:

$$U'(x) = (\ln(x)+x-3)'$$
$$= \frac{1}{x}+1$$
$$= \frac{1+x}{x}$$

لدينا : $x>0$ إذن $x>0$ و $1+x>0$

إذن $\frac{1+x}{x}>0$

و منه $U'(x)>0 \quad (\forall x \in]0,+\infty[)$

و بالتالي الدالة U تزايدية قطعا على $]0,+\infty[$

2)

- ✓ U متصلة على $]0,+\infty[$
- ✓ U تزايدية قطعا على $]0,+\infty[$
- ✓ $0 \in U(]0,+\infty[) = \left]\lim_{\substack{x\to 0\\ x>0}} U(x), \lim_{x\to+\infty} U(x)\right[=]-\infty,+\infty[= \mathbb{R}$

إذن المعادلة $U(x)=0$ تقبل حلا و حيدا α في المجال $]0,+\infty[$

- ✓ U متصلة على $[2,3]$
- ✓ $\begin{cases} U(2)=\ln(2)-1<0 \\ U(3)=\ln 3>0 \end{cases} \Rightarrow U(2)\times U(3)<0$

إذن حسب مبرهنة القيم الوسيطية : $2<\alpha<3$

3) لندرس إشارة $U(x)$:

ليكن $x \in]0,+\infty[$:

- ✓ على المجال $]0,\alpha]$

لدينا $0<x\leq\alpha$ و U تزايدية

إذن $U(x) \leq U(\alpha)$

و منه $U(x) \leq 0$ (لأن $U(\alpha) = 0$)

✓ على المجال $[\alpha, +\infty[$

لدينا $x \geq \alpha$ و U تزايدية

إذن $U(x) \geq U(\alpha)$

و منه $U(x) \geq 0$ (لأن $U(\alpha) = 0$)

الجزء الثاني :

1) $$\lim_{\substack{x \to 0 \\ x > 0}} f(x) = \lim_{\substack{x \to 0 \\ x > 0}} \left(1 - \frac{1}{x}\right)(\ln(x) - 2) + 2 = +\infty$$

لأن :
$$\begin{cases} \lim\limits_{\substack{x \to 0 \\ x > 0}} \left(1 - \frac{1}{x}\right) = -\infty \\ \lim\limits_{\substack{x \to 0 \\ x > 0}} (\ln(x) - 2) = -\infty \end{cases}$$

2) أ- ليكن $x \in]0, +\infty[$:

لدينا :

$$\begin{aligned} f'(x) &= \left(\left(1 - \frac{1}{x}\right)(\ln(x) - 2) + 2\right)' \\ &= \left(1 - \frac{1}{x}\right)' . (\ln(x) - 2) + \left(1 - \frac{1}{x}\right) . (\ln(x) - 2)' + 0 \\ &= \frac{1}{x^2} . (\ln(x) - 2) + \left(1 - \frac{1}{x}\right) . \frac{1}{x} \\ &= \frac{\ln(x) - 2}{x} + \frac{x - 1}{x^2} \\ &= \frac{\ln(x) + x - 3}{x^2} \end{aligned}$$

إذن : لكل x من $]0, +\infty[$: $f'(x) = \dfrac{U(x)}{x^2}$

ب- لدينا :

$$\begin{aligned} f'(x) = 0 &\Leftrightarrow U(x) = 0 \\ &\Leftrightarrow x = \alpha \end{aligned}$$

لدينا : $x^2>0$ إذن إشارة $f'(x)$ هي إشارة $U(x)$

- ✓ على المجال $]0,\alpha]$: لدينا $U(x)\leq 0$

إذن $f'(x)\leq 0$

و منه f تناقصية

- ✓ على المجال $[\alpha,+\infty[$: لدينا $U(x)\geq 0$

إذن $f'(x)\geq 0$

و منه f تزايدية

<u>الجزء الثالث :</u>

1) ليكن $x\in]0,+\infty[$:

- ✓ لدينا :

$$\begin{aligned} f(x)-g(x) &= \left(1-\frac{1}{x}\right)(\ln(x)-2)+2-\ln(x) \\ &= \ln(x)-2-\frac{\ln(x)}{x}+\frac{2}{x}+2-\ln(x) \\ &= \frac{2-\ln(x)}{x} \end{aligned}$$

إذن لكل x من $]0,+\infty[$: $f(x)-g(x)=\dfrac{2-\ln x}{x}$

- ✓ لنحدد تقاطع (C_f) و (C_g) :

$$\begin{aligned} f(x)=g(x) &\Leftrightarrow f(x)-g(x)=0 \\ &\Leftrightarrow \frac{2-\ln x}{x}=0 \\ &\Leftrightarrow 2-\ln x=0 \\ &\Leftrightarrow \ln x=2 \\ &\Leftrightarrow x=e^2 \end{aligned}$$

إذن (C_f) و (C_g) يتقاطعان في نقطة وحيدة $A(e^2,2)$

2)

- ✓ الدالة H قابلة للإشتقاق على $]0,+\infty[$
- ✓ ليكن $x\in]0,+\infty[$:

$$\begin{aligned} H'(x) &= \left(\frac{1}{2}(\ln(x))^2\right)' \\ &= \frac{1}{2}\times 2\times \ln'(x)\times \ln(x) \\ &= \frac{1}{x}\times \ln x \\ &= \frac{\ln x}{x} \end{aligned}$$

إذن : لكل x من $]0,+\infty[$: $H'(x)=h(x)$

و منه : $H:x\mapsto \frac{1}{2}(\ln x)^2$ دالة أصلية للدالة $h:x\mapsto \frac{\ln x}{x}$ على $]0,+\infty[$

(3

$$\begin{aligned} I &= \int_1^{e^2}\frac{2-\ln x}{x}dx \\ &= \int_1^{e^2}\frac{2}{x}dx-\int_1^{e^2}\frac{\ln x}{x}dx \\ &= [2\ln x]_1^{e^2}-[H(x)]_1^{e^2} \\ &= (4-0)-(2-0) \\ &= 2 \end{aligned}$$

<u>التأويل الهندسي :</u>

التكامل I يمثل مساحة الحيز المحصور بين (C_f) و (C_g) و المستقيمين اللذين معادلتاهما $x=1$ و $x=e$

(بوحدة قياس المساحة)

تصحيح التمرين الرابع

1) أ-

$$\begin{aligned}\lim_{\substack{x\to 0\\ x>0}} f(x) &= \lim_{\substack{x\to 0\\ x>0}} \frac{1+\ln x}{x^2}\\ &= \lim_{\substack{x\to 0\\ x>0}} \frac{1}{x^2}.(1+\ln x)\\ &= -\infty\end{aligned}$$

لأن :

$$\begin{cases}\lim\limits_{\substack{x\to 0\\ x>0}} \frac{1}{x^2} = +\infty\\ \lim\limits_{\substack{x\to 0\\ x>0}} (1+\ln x) = -\infty\end{cases}$$

ب-

$$\begin{aligned}\lim_{x\to+\infty} f(x) &= \lim_{x\to+\infty} \frac{1+\ln x}{x^2}\\ &= \lim_{x\to+\infty} \frac{1}{x^2} + \frac{\ln x}{x^2}\\ &= 0\end{aligned}$$

لأن :

$$\begin{cases}\lim\limits_{x\to+\infty} \frac{1}{x^2} = 0\\ \lim\limits_{x\to+\infty} \frac{\ln x}{x^2} = 0\end{cases}$$

ج- لدينا $\lim\limits_{\substack{x\to 0\\ x>0}} f(x) = -\infty$ إذن (C_f) يقبل مقارب عمودي معادلته $x=0$

و لدينا $\lim\limits_{x\to+\infty} f(x) = 0$ إذن (C_f) يقبل مقارب أفقي معادلته $y=0$ بجوار $+\infty$

2) أ- الدالة f قابلة للإشتقاق على $]0,+\infty[$

ليكن $x \in]0,+\infty[$:

لدينا :

$$f'(x) = \left(\frac{1+\ln x}{x^2}\right)'$$

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

$$= \frac{\frac{1}{x}.x^2 - (1+\ln x).2x}{x^4}$$

$$= \frac{x - (1+\ln x)\times 2x}{x^4}$$

$$= \frac{x(1-2-2\ln x)}{x^4}$$

$$= \frac{-1-2\ln x}{x^3}$$

إذن : $f'(x) = \frac{-1-2\ln x}{x^3}$ لكل x من $]0,+\infty[$

ب-

✓ لنحل في $]0,+\infty[$ المتراجحة : $-1-2\ln x > 0$

$$-1-2\ln x > 0 \Leftrightarrow -1 > 2\ln x$$

$$\Leftrightarrow \ln x < \frac{-1}{2}$$

$$\Leftrightarrow x < e^{\frac{-1}{2}}$$

إذن : $S = \left]0, e^{\frac{-1}{2}}\right[$

✓

- على المجال $\left]0, e^{\frac{-1}{2}}\right[$: لدينا $x^3 > 0$ و $-1-2\ln x > 0$

إذن : $f'(x) > 0$

- على المجال $\left[e^{\frac{-1}{2}}, +\infty\right[$: لدينا $x^3 > 0$ و $-1-2\ln x \le 0$

إذن : $f'(x) \le 0$

ج- جدول تغيرات الدالة f :

x	0		$e^{(-1/2)}$		$+\infty$
$f'(x)$		$+$	0	$-$	
$f(x)$	$-\infty$	$\nearrow$	$e/2$	$\searrow$	0

3) أ- لنبين أن $\left(C_f\right)$ يقطع محور الأفاصيل في نقطة وحيدة :

لنحل في المجال $\left]0,+\infty\right[$ المعادلة $f(x)=0$

$$\begin{aligned} f(x)=0 &\Leftrightarrow 1+\ln x=0 \\ &\Leftrightarrow \ln x=-1 \\ &\Leftrightarrow x=e^{-1} \end{aligned}$$

إذن $\left(C_f\right)$ يقطع محور الأفاصيل في نقطة وحيدة هي $A\left(e^{-1},0\right)$

ب- على المجال $\left]0,e^{-1}\right]$: $f(x)\leq 0$

و عللى المجال $\left[e^{-1},+\infty\right[$: $f(x)\geq 0$

4) أ- على المجال $\left[\frac{1}{e},2\right]$: لدينا $0\leq f(x)\leq\frac{1}{2}e$

إذن : $0\leq\int_{\frac{1}{e}}^{2}f(x)dx\leq\frac{1}{2}e\int_{\frac{1}{e}}^{2}dx$

إذن : $0\leq I_2\leq\frac{1}{2}e\left[x\right]_{\frac{1}{e}}^{2}$

إذن : $0\leq I_2\leq\frac{1}{2}e\left(2-\frac{1}{e}\right)$

ومنه : $0\leq I_2\leq e-\frac{1}{2}$

ب- لنبين أن $F:x\longmapsto\frac{-2-\ln x}{x}$ دالة أصلية للدالة f على $\left]0,+\infty\right[$

✓ لدينا الدالة $F:x\longmapsto\frac{-2-\ln x}{x}$ قابلة للإشتقاق على $\left]0,+\infty\right[$

ليكن $x\in\left]0,+\infty\right[$:

لدينا :

$$
\begin{aligned}
F'(x) &= \left(\frac{-2-\ln x}{x}\right)' \\
&= \frac{(-2-\ln x)' \times x - (-2-\ln x)\times (x)'}{x^2} \\
&= \frac{\frac{-1}{x}\times x - (-2-\ln x)}{x^2} \\
&= \frac{-1+2+\ln x}{x^2} \\
&= \frac{1+\ln x}{x^2}
\end{aligned}
$$

إذن : لكل x من $]0,+\infty[$: $F'(x) = f(x)$

ج- لدينا على المجال $\left[\frac{1}{e}, n\right]$: $f(x) \geq 0$

إذن :

$$
\begin{aligned}
I_n &= \int_{\frac{1}{e}}^{n} f(x)\,dx \\
&= \left[\frac{-2-\ln x}{x}\right]_{\frac{1}{e}}^{n} \\
&= \left(\frac{-2-\ln(n)}{n}\right) - (-e) \\
&= e - \frac{2}{n} - \frac{\ln(n)}{n}
\end{aligned}
$$

د- لدينا : $\lim\limits_{n\to+\infty} I_n = \lim\limits_{n\to+\infty} e - \frac{2}{n} - \frac{\ln(n)}{n} = e$

لأن : $\begin{cases} \lim\limits_{n\to+\infty} \frac{2}{n} = 0 \\ \lim\limits_{n\to+\infty} \frac{\ln(n)}{n} = 0 \end{cases}$

تصحيح التمرين الخامس

الجزء الأول :

1) ليكن $x \in \mathbb{R}$:

لدينا $x^2 - 2x + 2 = (x-1)^2 + 1$

إذن من الواضح أن لكل x من $\mathbb{R}$: $x^2 - 2x + 2 > 0$

2) لدينا الدالة $u : x \mapsto x^2 - 2x + 2$ قابلة للإشتقاق على $\mathbb{R}$ و لكل x من $\mathbb{R}$: $u(x) > 0$

إذن الدالة $f = \ln(u)$ قابلة للإشتقاق على $\mathbb{R}$

ليكن $x \in \mathbb{R}$:

$$f'(x) = \left(\ln\left(x^2 - 2x + 2\right)\right)'$$
$$= \frac{\left(x^2 - 2x + 2\right)'}{x^2 - 2x + 2}$$
$$= \frac{2x - 2}{x^2 - 2x + 2}$$

لدينا لكل x من $\mathbb{R}$: $x^2 - 2x + 2 > 0$ إذن إشارة $f'(x)$ هي إشارة $2x - 2$

x	$-\infty$ 1 $+\infty$
$2x-2$	$-$ 0 $+$

إذن على المجال $]-\infty, 1]$: $f'(x) \leq 0$ و على المجال $[1, +\infty[$: $f'(x) \geq 0$

(3

✓ لدينا : $\begin{cases} \lim\limits_{x \to +\infty} x^2 - 2x + 2 = \lim\limits_{x \to +\infty} x^2 = +\infty \\ \lim\limits_{t \to +\infty} \ln t = +\infty \end{cases}$

إذن : $\lim\limits_{x \to +\infty} f(x) = \lim\limits_{x \to +\infty} \ln\left(x^2 - 2x + 2\right) = +\infty$

✓ لدينا : $\begin{cases} \lim\limits_{x \to -\infty} x^2 - 2x + 2 = \lim\limits_{x \to -\infty} x^2 = +\infty \\ \lim\limits_{t \to +\infty} \ln t = +\infty \end{cases}$

إذن : $\lim\limits_{x \to -\infty} f(x) = \lim\limits_{x \to -\infty} \ln\left(x^2 - 2x + 2\right) = +\infty$

(4

✓ لدينا $\lim\limits_{x \to +\infty} f(x) = +\infty$

لنحسب $\lim\limits_{x \to +\infty} \frac{f(x)}{x}$:

$$\begin{aligned}
\lim_{x \to +\infty} \frac{f(x)}{x} &= \lim_{x \to +\infty} \frac{\ln\left(x^2 - 2x + 2\right)}{x} \\
&= \lim_{x \to +\infty} \frac{\ln\left(x^2.\left(1 - \frac{1}{x} + \frac{2}{x^2}\right)\right)}{x} \\
&= \lim_{x \to +\infty} \frac{\ln\left(x^2\right)}{x} + \frac{1}{x}.\ln\left(1 - \frac{1}{x} + \frac{2}{x^2}\right) \\
&= \lim_{x \to +\infty} 2\frac{\ln x}{x} + \frac{1}{x}.\ln\left(1 - \frac{1}{x} + \frac{2}{x^2}\right) \\
&= 0
\end{aligned}$$

إذن $\left(C_f\right)$ يقبل فرعا شلجميا في اتجاه محور الأفاصيل بجوار $+\infty$

✓ لدينا $\lim\limits_{x \to -\infty} f(x) = +\infty$

لنحسب $\lim\limits_{x \to -\infty} \frac{f(x)}{x}$:

$$\begin{aligned}
\lim_{x \to -\infty} \frac{f(x)}{x} &= \lim_{x \to -\infty} \frac{\ln\left(x^2 - 2x + 2\right)}{x} \\
&= \lim_{x \to -\infty} \frac{\ln\left(x^2.\left(1 - \frac{1}{x} + \frac{2}{x^2}\right)\right)}{x} \\
&= \lim_{x \to -\infty} \frac{\ln\left(x^2\right)}{x} + \frac{1}{x}.\ln\left(1 - \frac{1}{x} + \frac{2}{x^2}\right) \\
&= \lim_{x \to -\infty} 2\frac{\ln(-x)}{x} + \frac{1}{x}.\ln\left(1 - \frac{1}{x} + \frac{2}{x^2}\right) \\
&= 0
\end{aligned}$$

إذن $\left(C_f\right)$ يقبل فرعا شلجميا في اتجاه محور الأفاصيل بجوار $-\infty$

5) ليكن $x \in \mathbb{R}$:

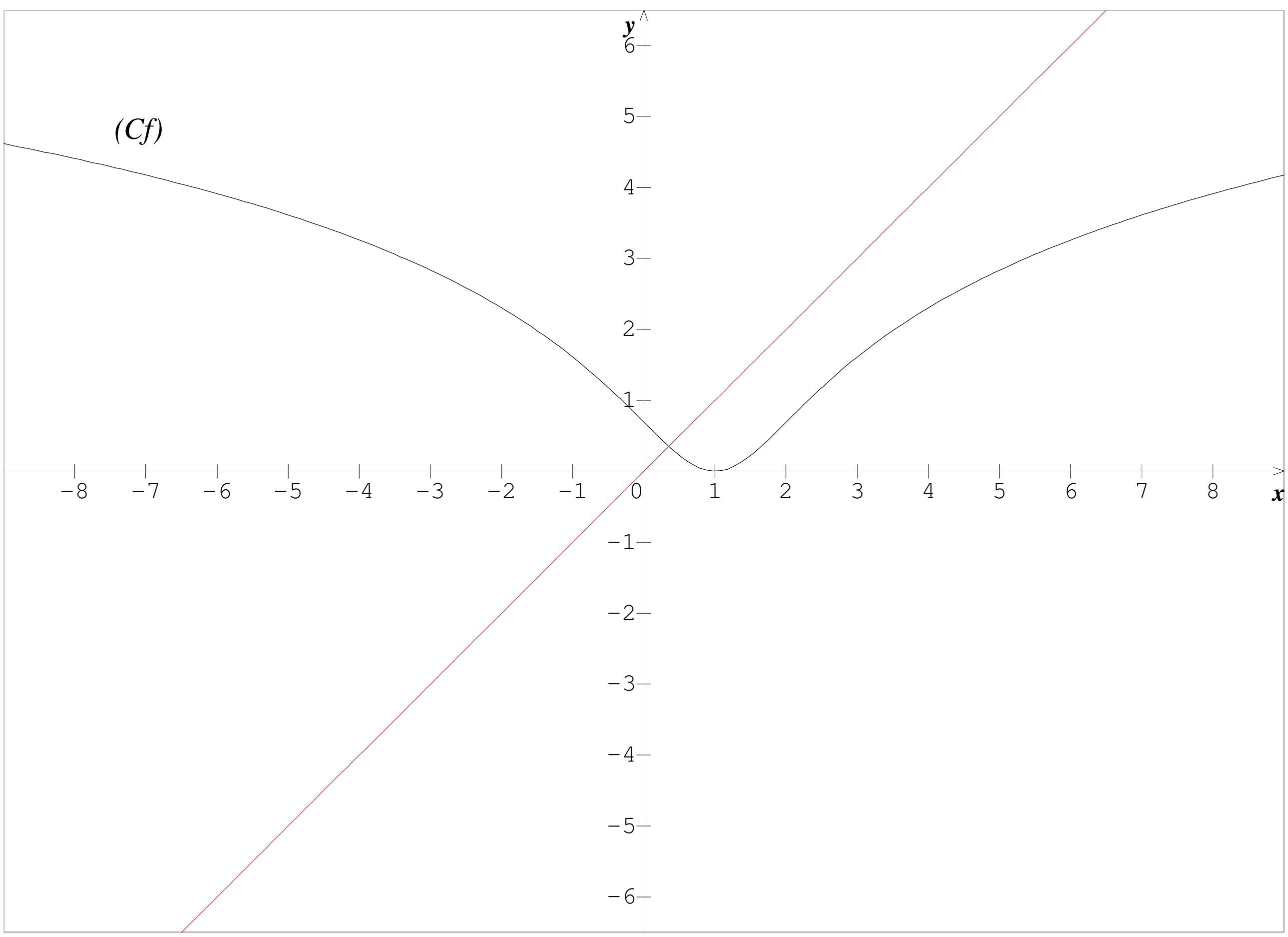
✓ لدينا : $2(1) - x = 2 - x \in \mathbb{R}$

$$f\left(2(1)-x\right) = f\left(2-x\right)$$
$$= \ln\left(\left(2-x\right)^2 - 2\left(2-x\right)+2\right)$$
$$= \ln\left(4-4x+x^2-4+2x+2\right)$$ ✓
$$= \ln\left(x^2-2x+2\right)$$
$$= f\left(x\right)$$

إذن : $\begin{cases} (\forall x \in \mathbb{R}) & 2(1)-x \in \mathbb{R} \\ (\forall x \in \mathbb{R}) & f\left(2(1)-x\right) = f\left(x\right) \end{cases}$

و منه $(D): x = 1$ هو محور تماثل ل (C_f)

(6



<u>الجزء الثاني :</u>

1) ليكن $x \in \mathbb{R}$:

$$\begin{aligned}\varphi'(x) &= f'(x)-1\\ &= \frac{2x-2}{x^2-2x+2}-1\\ &= \frac{2x-2-x^2+2x-2}{x^2-2x+2}\\ &= \frac{-x^2+4x-4}{x^2-2x+2}\\ &= \frac{-(x-2)^2}{x^2-2x+2}\end{aligned}$$

لدينا :
$$\begin{cases}\forall x \in \mathbb{R} \quad \varphi'(x) \le 0\\ \varphi'(x)=0 \quad \Leftrightarrow \quad x=2\end{cases}$$

إذن : φ تناقصية قطعا .

2) أ-
$$\lim_{x\to-\infty}\varphi(x)=\lim_{x\to-\infty}\ln\left(x^2-2x+2\right)-x=+\infty$$

لأن :
$$\begin{cases}\lim_{x\to-\infty}\ln\left(x^2-2x+2\right)=+\infty\\ \lim_{x\to-\infty}-x=+\infty\end{cases}$$

ب- ليكن $x \in \mathbb{R}$:

✓

$$\begin{aligned}\varphi(x) &= f(x)-x\\ &= \ln\left(x^2-2x+2\right)-x\\ &= \ln\left(x^2\left(1-\frac{2}{x}+\frac{2}{x^2}\right)\right)-x\\ &= \ln\left(x^2\right)+\ln\left(1-\frac{2}{x}+\frac{2}{x^2}\right)-x\\ &= 2\ln(x)+\ln\left(1-\frac{2}{x}+\frac{2}{x^2}\right)-x\\ &= x\left(\frac{2\ln x}{x}+\frac{\ln\left(1-\frac{2}{x}+\frac{2}{x^2}\right)}{x}-1\right)\end{aligned}$$

إذن : لكل $x>0$: $\varphi(x)=x\left[\frac{2\ln x}{x}+\frac{\ln\left(1-\frac{2}{x}+\frac{2}{x^2}\right)}{x}-1\right]$

✓ $\lim\limits_{x\to+\infty}\varphi(x)=\lim\limits_{x\to+\infty}x\left[\frac{2\ln x}{x}+\frac{\ln\left(1-\frac{2}{x}+\frac{2}{x^2}\right)}{x}-1\right]=-\infty$

ج-

✓ φ متصلة على $\mathbb{R}$

✓ φ تناقصية قطعا على $\mathbb{R}$

✓ $0\in\varphi(\mathbb{R})=\varphi(]-\infty,+\infty[)=\left]\lim\limits_{x\to+\infty}\varphi(x),\lim\limits_{x\to-\infty}\varphi(x)\right[=]-\infty,+\infty[=\mathbb{R}$

إذن المعادلة $\varphi(x)=0$ تقبل حلا وحيدا α في $\mathbb{R}$

إذن المعادلة $f(x)=x$ تقبل حلا وحيدا α في $\mathbb{R}$

و منه $(\Delta): y=x$ يقطع (C_f) في نقطة وحيدة أفصولها α

✓

لدينا :

- φ متصلة على $[0,3;0,4]$
- $\varphi(0,3)\times\varphi(0,4)<0 \quad \Rightarrow \quad \begin{cases}\varphi(0,3)>0\\ \varphi(0,4)<0\end{cases}$

إذن حسب مبرهنة القيم الوسيطية : $0,3<\alpha<0,4$

つづく