المملكة المغربية
وزارة التربية الوطنية والتكوين المهني
ⵜⴰⴳⵍⴷⵉⵜ ⵏ ⵍⵎⵖⵔⵉⴱ
ⵜⴰⵎⴰⵡⴰⵙⵜ ⵏ ⵓⵙⴳⵎⵉ ⴰⵏⴰⵎⵓⵔ
ⴷ ⵓⵙⵎⵓⵜⵜⴳ ⴰⵣⵣⴰⵏⴰⵏ
المركز الوطني للتقويم والامتحانات والتوجيه

# الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا
## الدورة الاستدراكية 2015
## - الموضوع -

RS 24

| | | | |
|---|---|---|---|
| المادة | الرياضيات | مدة الإنجاز | 4 |
| الشعبة أو المسلك | شعبة العلوم الرياضية ( أ ) و ( ب ) | المعامل | 9 |

- مدة إنجاز الموضوع هي أ ربع ساعات.
- يتكون الموضوع من خمسة تمارين مستقلة فيما بينها .
- يمكن إنجاز التمارين حسب الترتيب الذي يرغب فيه المترشح.

- التمرين الأول يتعلق بالبنيات الجبرية..................................(4 ن)
- التمرين الثاني يتعلق بالحسابيات و حساب الاحتمالات.............(3 ن)
- التمرين الثالث يتعلق بالأعداد العقدية..................................(3 ن)
- التمرين الرابع يتعلق بالتحليل.........................................(6 ن)
- التمرين الخامس يتعلق بالتحليل ......................................(4 ن)

**لا يسمح باستعمال الآلة الحاسبة كيفما كان نوعها**

**لا يسمح باستعمال اللون الأحمر بورقة التحرير**

**التمرين الأول:** (4 نقط)

**الجزء الأول:** نزود $\mathbb{R}$ ، بقانون التركيب الداخلي * المعرف بما يلي:

$$(\forall (x,y)\in\mathbb{R}^2)\qquad x*y = x+y-e^{xy}+1$$

1-أ) بين أن القانون * تبادلي في $\mathbb{R}$ ، 0.25

ب) بين أن القانون * يقبل عنصرا محايدا يتم تحديده. 0.5

2- علما أن المعادلة: $(E):\ 3+x-e^{2x}=0$ تقبل في $\mathbb{R}$ ، حلين مختلفين $a$ و $b$ ، 0.5

بين أن القانون * غير تجميعي.

**الجزء الثاني:** نذكر أن $(\mathcal{M}_2(\mathbb{R}),+,\times)$ حلقة غير تبادلية و واحدية وحدتها $I=\begin{pmatrix}1&0\\0&1\end{pmatrix}$

و أن $(\mathcal{M}_2(\mathbb{R}),+,.)$ فضاء متجهي حقيقي و أن $(\mathbb{C}^*,\times)$ زمرة تبادلية.

لكل x و y من $\mathbb{R}$ ، نضع: $M(x,y)=\begin{pmatrix}x & -2y\\ \frac{y}{2} & x\end{pmatrix}$ و ليكن $F=\{M(x,y)/(x,y)\in\mathbb{R}^2\}$

1- بين أن F فضاء متجهي جزئي للفضاء المتجهي الحقيقي $(\mathcal{M}_2(\mathbb{R}),+,.)$ 0.5

2- بين أن F جزء مستقر من $(\mathcal{M}_2(\mathbb{R}),\times)$ 0.5

3- نعتبر التطبيق $\varphi$ من $\mathbb{C}^*$ نحو F الذي يربط كل عدد عقدي $x+iy$ (حيث $x$ و $y$ عددان حقيقيان) بالمصفوفة $M(x,y)$

أ) بين أن $\varphi$ تشاكل من $(\mathbb{C}^*,\times)$ نحو $(F,\times)$ 0.5

ب) نضع: $F^*=F-\{M(0,0)\}$ . بين أن: $\varphi(\mathbb{C}^*)=F^*$ 0.25

ج) بين أن $(F^*,\times)$ زمرة تبادلية. 0.25

4- بين أن $(F,+,\times)$ جسم تبادلي. 0.75

**التمرين الثاني:** (3 نقط)

I -1- ليكن $a$ من $\mathbb{Z}$ . بين أنه إذا كان $a$ و 13 أوليان فيما بينهما فإن: $a^{2016}\equiv 1\ [13]$ 0.5

2- نعتبر في $\mathbb{Z}$ المعادلة: $(E):\ x^{2015}\equiv 2\ [13]$ وليكن $x$ حلا للمعادلة $(E)$

أ) بين أن $x$ و 13 أوليان فيما بينهما. 0.5

ب) بين أن: $x\equiv 7\ [13]$ 0.5

3- بين أن مجموعة حلول المعادلة $(E)$ هي: $S=\{7+13k\ /\ k\in\mathbb{Z}\}$ 0.5

II- نعتبر صندوقا $U$ يحتوي على خمسين (50) كرة مرقمة من 1 إلى 50 . ( الكرات لا يمكن التمييز بينها باللمس)

1- نسحب عشوائيا كرة من الصندوق. ما هو احتمال الحصول على كرة تحمل رقما يكون حلا للمعادلة $(E)$ ؟ 0.5

2- نسحب عشوائيا كرة من الصندوق ،نسجل رقمها ثم نعيدها إلى الصندوق.نكرر هذه التجربة ثلاث مرات. 0.5

ما هو احتمال الحصول مرتين بالضبط على كرة تحمل رقما يكون حلا للمعادلة $(E)$ ؟

**التمرين الثالث**: (3 نقط)

نعتبر في المجموعة $\mathbb{C}$ المعادلة التالية: $(E):\ z^2-(1+i)z+2+2i=0$

1- أ) تحقق أن $(1-3i)^2$ هو مميز المعادلة $(E)$ 0.25

ب) حدد $z_1$ و $z_2$ حلي المعادلة $(E)$ في المجموعة $\mathbb{C}$ (نأخذ $z_1$ تخيلي صرف) 0.5

ج) بين أن: $\dfrac{z_1}{z_2}=\sqrt{2}e^{i\frac{3\pi}{4}}$ 0.5

2- المستوى العقدي منسوب إلى معلم متعامد و ممنظم و مباشر .

نعتبر النقطة $A$ التي لحقها $z_1$ و $B$ النقطة التي لحقها $z_2$

أ) حدد العدد العقدي $e$ لحق النقطة $E$ منتصف القطعة $[AB]$ 0.25

ب) ليكن $r$ الدوران الذي مركزه $A$ وقياس زاويته $\left(\dfrac{-\pi}{2}\right)$ 0.5

وليكن $c$ لحق النقطة $C$ صورة النقطة E بالدوران $r$. بين أن: $c=-\dfrac{3}{2}+\dfrac{3}{2}i$

ج) نعتبر $D$ النقطة ذات اللحق $d=1+\dfrac{3}{2}i$ . 1

بين أن العدد $\left(\dfrac{c-z_1}{z_2-z_1}\right)\left(\dfrac{z_2-d}{c-d}\right)$ حقيقي ثم أول هندسيا النتيجة المحصل عليها.

**التمرين الرابع**: (6 نقط)

ليكن $n$ عددا صحيحا طبيعيا غير منعدم.

نعتبر الدالة العددية $f_n$ للمتغير الحقيقي $x$ المعرفة على $\mathbb{R}$ بما يلي: $f_n(x)=\dfrac{1}{1+e^{-\frac{3}{2}(x-n)}}$

و ليكن $(C_n)$ المنحنى الممثل للدالة $f_n$ في معلم متعامد و ممنظم $(O,\vec{i},\vec{j})$ .

1- أ) أحسب $\lim\limits_{x\to+\infty} f_n(x)$ و $\lim\limits_{x\to-\infty} f_n(x)$ ثم أول مبيانيا النتيجتين المحصل عليهما. 0.75

ب) بين أن الدالة $f_n$ قابلة للاشتقاق على $\mathbb{R}$ ثم أحسب $f_n'(x)$ لكل $x$ من $\mathbb{R}$ 0.75

ج) بين أن الدالة $f_n$ تزايدية قطعا على $\mathbb{R}$ 0.25

2- أ) بين أن النقطة $I_n\left(n,\dfrac{1}{2}\right)$ مركز تماثل للمنحنى $(C_n)$ 0.5

ب) أنشئ المنحنى $(C_1)$ . 0.5

| | |
|---|---|
| ج) أحسب مساحة الحيز المستوي المحصور بين المنحنى $(C_1)$ و المستقيمات: $x=0$ و $x=1$ و $y=0$ | 0.75 |
| 3- أ) لكل $n$ من $\mathbb{N}^*$، بين أن المعادلة : $f_n(x)=x$ تقبل حلا وحيدا $u_n$ في المجال $]0,n[$ | 0.75 |
| ب) بين أن: $f_{n+1}(x)<f_n(x)$ $\quad(\forall x\in\mathbb{R})\ (\forall n\in\mathbb{N}^*)$ | 0.5 |
| ج) بين أن المتتالية $(u_n)_{n\geq 1}$ تناقصية قطعا ثم استنتج أنها متقاربة. | 0.75 |
| د) احسب $\lim\limits_{n\to+\infty} u_n$ | 0.5 |

**التمرين الخامس**:(4 نقط)

| | |
|---|---|
| نعتبر الدالة العددية $g$ المعرفة على $\mathbb{R}^*$ ، بما يلي: $g(x)=\displaystyle\int_x^{3x}\frac{\cos t}{t}\,dt$ | |
| 1- بين أن الدالة $g$ زوجية. | 0.5 |
| 2- بين أن الدالة $g$ قابلة للاشتقاق على $]0,+\infty[$ ثم أحسب $g'(x)$ من أجل $x>0$ | 0.75 |
| 3-أ)باستعمال مكاملة بالأجزاء، تحقق أن: $\displaystyle\int_x^{3x}\frac{\sin t}{t^2}\,dt+\frac{\sin 3x-3\sin x}{3x}=\int_x^{3x}\frac{\cos t}{t}\,dt$ $\quad(\forall x>0)$ | 0.5 |
| ب) بين أنه لكل $x$ من المجال $]0,+\infty[$ لدينا: $\lvert g(x)\rvert\leq\dfrac{2}{x}$ ثم استنتج $\lim\limits_{x\to+\infty} g(x)$ | 0.75 |
| 4-أ) بين أن : $0\leq\displaystyle\int_x^{3x}\frac{1-\cos t}{t}\,dt\leq 2x$ $\quad(\forall x>0)$ (لاحظ أن: $1-\cos t\leq t$ $\quad((\forall t>0)$) | 0.5 |
| ب) تحقق أن: $g(x)-\ln 3=\displaystyle\int_x^{3x}\frac{\cos t-1}{t}\,dt$ $\quad(\forall x>0)$ | 0.5 |
| ج) استنتج: $\lim\limits_{x\to 0^+} g(x)$ | 0.5 |

**انتهى**

Yassine Mghazli

## التمرين الاول

### الجزء الأول

$\mathbb{R}$ مزود بالقانون $*$ المعرف كما يلي : $\forall \in (x,y)\in\mathbb{R}^2; x*y = x+y-e^{xy}+1$

1) أ) لنبين أن القانون $*$ تبادلي.

$$\forall \in (x,y)\in\mathbb{R}^2; x*y = x+y-e^{xy}+1 = y+x-e^{yx}+1 = y*x$$

لدينا $\forall \in (x,y)\in\mathbb{R}^2; x*y = y*x$ إذن

القانون $*$ تبادلي

ب) لنبين أن القانون $*$ يقبل عنصرا محايدا نحدده.

ليكن $y$ من $\mathbb{R}$

$$(\forall x\in\mathbb{R}; x*y = x) \Leftrightarrow (\forall x\in\mathbb{R}; x+y-e^{xy}+1 = x) \Leftrightarrow (\forall x\in\mathbb{R}; y+1 = e^{xy}) \Leftrightarrow (y=0)$$

و بما أن $*$ تبادلي فإن $\forall x\in\mathbb{R}; x*0 = 0*x = x$

$0$ هو العنصر المحايد للقانون $*$

2) لنبين أن القانون $*$ غير تجميعي

لدينا $\alpha$ و $\beta$ حلين مختلفين للمعادلة $3+x-e^{2x}=0$ يعني $3+\alpha-e^{-2\alpha} = 3+\beta-e^{-2\beta} = 0$

يعني $\alpha*2 = \beta*2 = 0$ و منه $(\alpha*2)*\beta = 0*\beta = \beta$ و $\alpha*(2*\beta) = \alpha*0 = \alpha$

و بما أن $\alpha\neq\beta$ فإن $\alpha*(2*\beta)\neq(\alpha*2)*\beta$

نستنتج ان القانون $*$ غير تجميعي

### الجزء الثاني

$F = \{M(x,y)/(x,y)\in\mathbb{R}^2\}$ مع $M(x,y) = \begin{pmatrix} x & -2y \\ \frac{y}{2} & x \end{pmatrix}$

1) لنبين أن $F$ فضاء متجهي جزئي للفضاء المتجهي الحقيقي $(M_2(\mathbb{R}),+,.)$

$F\subset M_2(\mathbb{R})$ (حسب تعريفه) و $F\neq\varnothing$ لأن $(I = M(1,0)\in F)$

$\forall(\alpha,\beta)\in\mathbb{R}^2$ و $\forall(M(x,y),M(z,t))\in F^2$

Yassine Mghazli

لدينا

$$\alpha M(x,y)+\beta M(z,t)=\begin{pmatrix}\alpha x & -2\alpha y\\ \dfrac{\alpha y}{2} & \alpha x\end{pmatrix}+\begin{pmatrix}\beta z & -2\beta t\\ \dfrac{\beta t}{2} & \beta z\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}\alpha x+\beta z & -2(\alpha y+\beta t)\\ \dfrac{\alpha y+\beta t}{2} & \alpha x+\beta z\end{pmatrix}=M(\alpha x+\beta z,\alpha y+\beta t)$$

إذن $\alpha M(x,y)+\beta M(z,t)\in F$ نستنتج أن :

$\boxed{F \text{ فضاء متجهي جزئي للفضاء المتجهي الحقيقي } (M_2(\mathbb{R}),+,.)}$

2) لنبين أن $F$ جزء مستقر من $(M_2(\mathbb{R}),\times)$

لدينا

$$(\forall(M(x,y),M(z,t))\in F^2);M(x,y)\times M(z,t)=\begin{pmatrix}x & -2y\\ \dfrac{y}{2} & x\end{pmatrix}\times\begin{pmatrix}z & -2t\\ \dfrac{t}{2} & z\end{pmatrix}$$

$$=\begin{pmatrix}xz-yt & -2(xt+yz)\\ \dfrac{yz+xt}{2} & -yt+xz\end{pmatrix}=M(xz-yt,xt+yz)\in F$$

$\boxed{\text{إذن } F \text{ جزء مستقر من } (M_2(\mathbb{R}),\times)}$

3) $\varphi$ تطبيق من $\mathbb{C}^*$ نحو $F$ بحيث :

أ) لنبين أن $\varphi$ تشاكل من $(\mathbb{C}^*,\times)$ نحو $(F,\times)$.

$$(\forall((x,y),(z,t))\in(\mathbb{R}^2-\{(0,0)\})^2);\varphi((x+iy)\times(z+it))=\varphi(xz-yt+i(xt+yz))$$

$$=M(xz-yt,xt+yz)$$

$$=M(x,y)\times M(z,t)\quad\text{( حسب السؤال 2 )}$$

$$=\varphi(x+iy)\times\varphi(z+it)$$

إذن $\boxed{\varphi \text{ تشاكل من } (\mathbb{C}^*,\times) \text{ نحو } (F,\times)}$

ب) نضع $F^*=F-\{M(0,0)\}$ لنبين أن $\varphi(\mathbb{C}^*)=F^*$

لدينا $\varphi(x+iy)=M(0,0)\Leftrightarrow M(x,y)=M(0,0)\Leftrightarrow(x,y)=(0,0)$

يعني $(x,y)\neq(0,0)\Leftrightarrow\varphi(x+iy)\neq M(0,0)$

يعني $z\in\mathbb{C}^*\Leftrightarrow\varphi(z)\in F^*$

و منه $\boxed{\varphi(\mathbb{C}^*)=F^*}$

ج) لنبين أن $(F^*,\times)$ زمرة تبادلية

لدينا $(\mathbb{C}^*,\times)$ زمرة تبادلية و $\varphi$ تشاكل من $(\mathbb{C}^*,\times)$ نحو $(F,\times)$. و $\varphi(\mathbb{C}^*)=F^*$

إذن $\boxed{(F^*,\times) \text{ زمرة تبادلية}}$

Yassine Mghazli

4) لنبين أن $(F,+,\times)$ جسم تبادلي

- بما أن $F$ فضاء متجهي جزئي للفضاء المتجهي الحقيقي $(M_2(\mathbb{R}),+,.)$ فإن $(F,+)$ زمرة تبادلية.
- $(F^*,\times)$ زمرة تبادلية
- بما أن $\times$ توزيعي على $+$ في $M_2(\mathbb{R})$ و $F$ جزء مستقر بالنسبة ل $\times$ و ل $+$ فإن $\times$ توزيعي على $+$ في $F$ .

نستنتج أن $\boxed{(F,+,\times) \text{ جسم تبادلي}}$

## التمرين الثاني

$I$ - 1- $a \in \mathbb{Z}$. لنبين أن $a \wedge 13 = 1 \Rightarrow a^{2016} \equiv 1[13]$

العدد 13 أولي إذن حسب مبرهنة فرما الصغرى لدينا $a^{13} \equiv a[13]$ و بما ان $a \wedge 13 = 1$ فإن 13 لا يقسم $a$ و منه $a^{12} \equiv 1[13]$

يستلزم $(a^{12})^{168} \equiv 1[13]$ و أخيرا نحصل على المطلوب $\boxed{a^{2016} \equiv 1[13]}$

2- نعتبر في $\mathbb{Z}$ المعادلة $(E): x^{2015} \equiv 2[13]$ وليكن $x$ حلا للمعادلة $(E)$ .

1) لنبين أن $x$ و 13 أوليان في ما بينهما

بالخلف نفترض أن 13 يقسم $x$

$$\begin{cases} 13|x \\ x^{2015} \equiv 2[13] \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 13|x^{2015} \\ x^{2015} \equiv 2[13] \end{cases} \Rightarrow 13|2$$

و هذا غير ممكن إذن الإفتراض خاطئ ومنه 13 لا يقسم $x$

نستنتج أن $\boxed{x \text{ و } 13 \text{ أوليان في ما بينهما}}$

2) لنبين أن $x \equiv 7[13]$

بما أن $x$ و 13 أوليان في ما بينهما فإن حسب السؤال 1- لدينا $x^{2016} \equiv 1[13]$

و بما أن $x^{2015} \equiv 2[13]$ فإن $x^{2016} \equiv 2x[13]$

نستنتج أن $2x \equiv 1[13]$ ما يستلزم أن $14x \equiv 7[13]$ و حيث أن $14x \equiv x[13]$ فإن $x \equiv 7[13]$ و هذا هو المطلوب

$$\boxed{x \equiv 7[13]}$$

3) لنبين أن مجموعة حلول المعادلة $(E)$ هي $S = \{7 + 13k / k \in \mathbb{Z}\}$

4) لدينا $x^{2015} \equiv 2[13] \Rightarrow x \equiv 7[13]$

لنبين أن $x \equiv 7[13] \Rightarrow x^{2015} \equiv 2[13]$

لدينا $x \equiv 7[13] \Rightarrow x^{2015} \equiv 7^{2015}[13](*)$

Yassine Mghazli

لنحدد باقي قسمة $7^n$ على $13$

| $n$ | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| باقي قسمة $7^n$ على $13$ | 10 | 5 | 9 | 11 | 12 | 6 | 3 | 8 | 4 | 2 | 1 |

لدينا إذن $\begin{cases} 7^{12} \equiv 1[13] \\ 7^{11} \equiv 2[13] \end{cases} \Rightarrow 7^{12\times 167+11} \equiv 2[13] \Rightarrow 7^{2015} \equiv 2[13]$

$(*)$ تصبح $x \equiv 7[13] \Rightarrow x^{2015} \equiv 2[13]$

لقد بينا أن المعادلة $(E)$ تكافئ $x \equiv 7[13]$

و $x \equiv 7[13] \Leftrightarrow (x-7=13k; k\in\mathbb{Z}) \Leftrightarrow x \in S$

و بالتالي :

$S$ هي مجموعة حلول المعادلة $E$

II - 1) ليكن $n$ هو رقم الكرة المسحوبة

لدينا $\begin{cases} n \in S \\ n\in\{1,2,...,50\} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} (\exists k\in\mathbb{Z}; n = 7+13k) \\ n\in\{1,2,...,50\} \end{cases} \Leftrightarrow n \in \{7,20,33,46\}$

ومنه الاحتمال المطلوب هو $\frac{4}{50}$ .

احتمال الحصول على كرة رقمها حلا للمعادلة $(E)$ هو $\frac{2}{25}$

2) ليكن $X$ المتغير العشوائي الحداني الذي وسيطاه $n=3$ و $p=\frac{2}{25}$

الاحتمال المطلوب هو $p(X=2)$ .

$$p(X=2) = C_3^2 p^2(1-p) = 3\times\frac{4}{625}\times\frac{23}{25} = \frac{276}{15625}$$

احتمال الحصول مرتين بالضبط على كرة رقمها حل للمعادلة $(E)$ هو $\frac{276}{15625}$

## التمرين الثالث

نعتبر في $\mathbb{C}$ المعادلة $(E): z^2-(1+i)z+2+2i=0$

1) أ) لنحسب $\Delta$ مميز المعادلة $(E)$

$$\Delta = (1+i)^2 - 4(2+2i) = 2i-8-8i = 1-6i-9 = (1-3i)^2$$

مميز المعادلة $(E)$ هو $(1-3i)^2$

ب) تحديد حلي المعادلة $(E)$

لدينا $z_1 = \frac{1+i-1+3i}{2} = 2i$ و $z_2 = \frac{1+i+1-3i}{2} = 1-i$

Yassine Mghazli

$\boxed{z_1 = 2i \quad و \quad z_2 = 1-i}$

ج) لنبين أن $\frac{z_1}{z_2} = \sqrt{2}e^{i\frac{3\pi}{4}}$

لدينا $\frac{z_1}{z_2} = \frac{2i}{1-i} = \frac{2e^{i\frac{\pi}{2}}}{\sqrt{2}e^{-i\frac{\pi}{4}}} = \sqrt{2}e^{i\left(\frac{\pi}{2}+\frac{\pi}{4}\right)} = \sqrt{2}e^{i\frac{3\pi}{4}}$

و منه $\boxed{\frac{z_1}{z_2} = \sqrt{2}e^{i\frac{3\pi}{4}}}$

أ. لنحدد $e$ لحق $E$ منتصف القطعة $[AB]$

لدينا $e = \frac{z_1+z_2}{2} = \frac{1+i}{2}$ و منه $\boxed{e = \frac{1+i}{2}}$

ب. $r$ الدوران الذي مركزه $A$ و قياس زاويته $\frac{-\pi}{2}$

$$r(E)=C \Leftrightarrow c-z_1 = e^{-i\frac{\pi}{2}}(e-z_1) \Leftrightarrow c=-i\left(\frac{1+i}{2}-2i\right)+2i \Leftrightarrow c=\frac{-1}{2}i+\frac{1}{2}-2+2i \Leftrightarrow c=-\frac{3}{2}+\frac{3}{2}i$$

$$\boxed{c=-\frac{3}{2}+\frac{3}{2}i}$$

ج) $D$ النقطة ذات اللحق $d = 1+\frac{3}{2}i$ لنبين أن العدد $\left(\frac{c-z_1}{z_2-z_1}\right)\times\left(\frac{z_2-d}{c-d}\right)$ حقيقي .

لدينا $\left(\frac{c-z_1}{z_2-z_1}\right) = \frac{\frac{-3}{2}+\frac{3}{2}i-2i}{1-3i} = \frac{1}{2}\frac{-3-i}{i(-i+3)} = \frac{-1}{2}i$ و $\left(\frac{z_2-d}{c-d}\right) = \frac{1-i-1-\frac{3}{2}i}{-\frac{5}{2}} = i$

إذن $\left(\frac{z_2-d}{c-d}\right)\times\left(\frac{c-z_1}{z_2-z_1}\right) = i\times\frac{-i}{2} = \frac{1}{2}$

$$\boxed{\left(\frac{z_2-d}{c-d}\right)\times\left(\frac{c-z_1}{z_2-z_1}\right) = \frac{1}{2}}$$

التأويل الهندسي:

لدينا $\arg\left(\left(\frac{z_2-d}{c-d}\right)\times\left(\frac{c-z_1}{z_2-z_1}\right)\right) \equiv \arg\left(\frac{z_2-d}{c-d}\right)+\arg\left(\frac{c-z_1}{z_2-z_1}\right)[2\pi]$

Yassine Mghazli

و $\arg\left(\frac{z_2-d}{c-d}\right)+\arg\left(\frac{c-z_1}{z_2-z_1}\right)\equiv\overline{(DC,DB)}+\overline{(AB,AC)}[2\pi]$

و بما أن $\arg\left(\frac{1}{2}\right)\equiv 0[2\pi]$ فإن $\overline{(DC,DB)}+\overline{(AB,AC)}\equiv[2\pi]$

نستنتج أن $\overline{(DC,DB)}\equiv\overline{(AC,AB)}[2\pi]$

و حسب ما سبق $\left(\frac{z_2-d}{c-d}\right)=i$ و $\left(\frac{c-z_1}{z_2-z_1}\right)=-\frac{i}{2}$ إذن $\overline{(DC,DB)}\equiv\overline{(AC,AB)}\equiv\frac{\pi}{2}[2\pi]$

نستنتج أن

النقط $A$ $B$ $C$ و $D$ متداورة و تنتمي إلى الدائرة ذات القطر $[BC]$

## التمرين الرابع

$$n\in\mathbb{N}^*;\forall x\in\mathbb{R};\ f_n(x)=\frac{1}{1+e^{-\frac{3}{2}(x-n)}}$$

1) أ) $\lim\limits_{x\to+\infty}f_n(x)=\lim\limits_{x\to+\infty}\frac{1}{1+e^{-\frac{3}{2}(x-n)}}=1$ لأن $\lim\limits_{x\to+\infty}e^{-\frac{3}{2}(x-n)}=0$ و منه ل $(C_n)$ مقارب عند $+\infty$ معادلته $y=1$

و $\lim\limits_{x\to-\infty}f_n(x)=\lim\limits_{x\to-\infty}\frac{1}{1+e^{-\frac{3}{2}(x-n)}}=0$ لأن $\lim\limits_{x\to-\infty}e^{-\frac{3}{2}(x-n)}=+\infty$ و منه ل $(C_n)$ مقارب عند $-\infty$ معادلته $y=0$

$\lim\limits_{x\to+\infty}f_n(x)=1$ و $\lim\limits_{x\to-\infty}f_n(x)=0$

ل $(C_n)$ مقارب عند $+\infty$ معادلته $y=1$ و $(C_n)$ مقارب عند $-\infty$ معادلته $y=0$

ب) لنبين أن $f_n$ قابلة للإشتقاق على $\mathbb{R}$

الدالة $x\to e^{-\frac{3}{2}(x-n)}$ قابلة للإشتقاق على $\mathbb{R}$ إذن الدالة $x\to 1+e^{-\frac{3}{2}(x-n)}$ قابلة للإشتقاق على $\mathbb{R}$

و بما أن $\forall x\in\mathbb{R};1+e^{-\frac{3}{2}(x-n)}\neq 0$ فإن

الدالة $f_n$ قابلة للإشتقاق على $\mathbb{R}$


من إنجاز الاستاذ ياسين المغازلي y_mghazli@hotmail.com

Yassine Mghazli

حساب $f_n^{'}(x)$

$$\boxed{(\forall x\in\mathbb{R});\ f_n^{'}(x)=\frac{3}{2}\frac{e^{-\frac{3}{2}(x-n)}}{\left(1+e^{-\frac{3}{2}(x-n)}\right)^2}}$$

ج) $(\forall x\in\mathbb{R});\ f_n^{'}(x)>0$ إذن $f_n$ تزايدية قطعا على $\mathbb{R}$

2) أ) لنبين أن النقطة $I_n\left(n,\frac{1}{2}\right)$ مركز تماثل للمنحنى $(C_n)$

لدينا $\forall x\in\mathbb{R};2n-x\in\mathbb{R}$

و $f_n(2n-x)=\dfrac{1}{1+e^{-\frac{3}{2}(2n-x-n)}}=\dfrac{1}{1+e^{-\frac{3}{2}(n-x)}}=\dfrac{e^{-\frac{3}{2}(x-n)}}{e^{-\frac{3}{2}(x-n)}+1}=1-\dfrac{1}{1+e^{-\frac{3}{2}(x-n)}}=1-f_n(x)$

نستنتج أن النقطة $I_n\left(n,\frac{1}{2}\right)$ مركز تماثل للمنحنى $(C_n)$

ب) إنشاء $(C_1)$

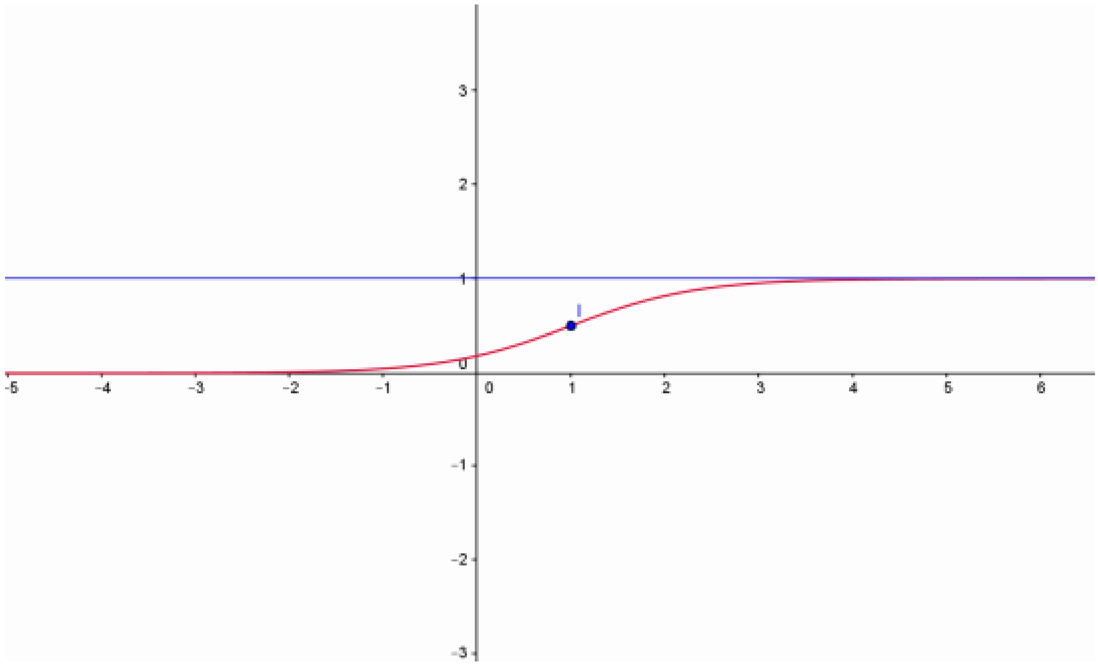
جدول تغيرات الدالة $f_1$

| $x$ | $-\infty$ | $+\infty$ |
|---|---|---|
| $f_1(x)$ | $0$ $\nearrow$ | $1$ |

 y_mghazli@hotmail.com من إنجاز الاستاذ ياسين المغازلي

Yassine Mghazli

مبيان $f_1$




ج) حساب مساحة الحيز المستوي المحصور بين المنحني $(C_1)$ و المستقيمات التي معادلاتها على التوالي $x=0$ و $x=1$ و $y=0$

لدينا $\int_0^1 f_1(x)dx=\int_0^1\frac{1}{1+e^{-\frac{3}{2}(x-1)}}dx=\int_0^1\frac{e^{\frac{3}{2}(x-1)}}{1+e^{\frac{3}{2}(x-1)}}dx=\left[\ln\left(1+e^{\frac{3}{2}(x-1)}\right)\right]_0^1=\ln 2-\ln\left(1+e^{-\frac{3}{2}}\right)=\ln\left(\frac{2}{1+e^{-\frac{3}{2}}}\right)$

و منه $\boxed{\text{المساحة المطلوبة هي } \|\vec{i}\|\times\|\vec{j}\|\times\ln\left(\frac{2}{1+e^{-\frac{3}{2}}}\right)}$

2) أ) $n\in\mathbb{N}^*$ لنبين أن المعادلة $f_n(x)=x$ تقبل حلا وحيدا $u_n$ في المجال $]0,n[$

نضع $\varphi_n(x)=f_n(x)-x$

$\varphi_n$ قابلة للإشتقاق على $\mathbb{R}$ و $(\forall x\in\mathbb{R});\varphi_n'(x)=\frac{3}{2}\frac{e^{-\frac{3}{2}(x-n)}}{\left(1+e^{-\frac{3}{2}(x-n)}\right)^2}-1=-\frac{2+e^{-\frac{3}{2}(x-n)}+2e^{-3(x-n)}}{2\left(1+e^{-\frac{3}{2}(x-n)}\right)^2}<0$

$\varphi_n$ متصلة و تناقصية قطعا على $\mathbb{R}$ إذن $\varphi_n$ تقابل من $\mathbb{R}$ نحو $\varphi_n(\mathbb{R})$

و $\varphi_n(\mathbb{R})=\left]\lim_{x\to+\infty}\varphi_n(x),\lim_{x\to-\infty}\varphi_n(x)\right[=]-\infty,+\infty[$

نستنتج أن المعادلة $\varphi_n(x)=0$ تقبل حلا وحيدا $u_n$ و بما أن $\varphi_n(0)=f_n(0)>0$ و $\varphi_n(n)=f_n(n)-n=\frac{1}{2}-n<0$

Yassine Mghazli

فإن ( حسب مبرهنة القيم الوسطية ) $u_n \in ]0,n[$

$$\boxed{(\forall n \in \mathbb{N}^*);\exists! u_n \in ]0,n[ \,/\, f_n(u_n)=u_n}$$

ب) لدينا :

$$(\forall n \in \mathbb{N}^*)(\forall x \in \mathbb{R})\ f_{n+1}(x)-f_n(x)=\frac{1}{1+e^{-\frac{3}{2}(x-n-1)}}-\frac{1}{1+e^{-\frac{3}{2}(x-n)}}$$

$$=\frac{1+e^{-\frac{3}{2}(x-n)}-1-e^{-\frac{3}{2}(x-n-1)}}{\left(1+e^{-\frac{3}{2}(x-n)}\right)\left(1+e^{-\frac{3}{2}(x-n-1)}\right)}=\frac{e^{-\frac{3}{2}(x-n)}\left(1-e^{\frac{3}{2}}\right)}{\left(1+e^{-\frac{3}{2}(x-n)}\right)\left(1+e^{-\frac{3}{2}(x-n-1)}\right)}<0$$

إذن

$$\boxed{(\forall n \in \mathbb{N}^*)(\forall x \in \mathbb{R})\ f_{n+1}(x)<f_n(x)}$$

ج) لنبين أن المتتالية $(u_n)_{n\geq 1}$ تناقصية قطعا ثم لنستنتج أنها متقاربة

لدينا

$$(\forall n \in \mathbb{N}^*)(\forall x \in \mathbb{R}) : \quad f_{n+1}(x)<f_n(x) \Rightarrow f_{n+1}(x)-x<f_n(x)-x$$

$$\Rightarrow \varphi_{n+1}(x)<\varphi_n(x)$$

$$\Rightarrow \varphi_{n+1}(u_{n+1})<\varphi_n(u_{n+1})$$

$$\Rightarrow \varphi_n(u_n)<\varphi_n(u_{n+1})$$

(لأن $\varphi_{n+1}(u_{n+1})=\varphi_n(u_n)=0$ )

و بما أن الدالة $\varphi_n$ تناقصية قطعا على $\mathbb{R}$ فإن $(\forall n \in \mathbb{N}^*);u_n>u_{n+1}$

نستنتج أن : المتتالية $(u_n)_{n\geq 1}$ تناقصية قطعا

$$\boxed{\text{المتتالية } (u_n)_{n\geq 1} \text{ تناقصية قطعا}}$$

إستنتاج : بما أن المتتالية $(u_n)_{n\geq 1}$ تناقصية قطعا و مصغورة ب $0$ فإنها متقاربة

$$\boxed{\text{المتتالية } (u_n)_{n\geq 1} \text{ متقاربة}}$$

د) لنحسب نهاية المتتالية $(u_n)_{n\geq 1}$

المتتالية $(u_n)_{n\geq 1}$ متقاربة والدالة $f_n$ متصلة على المجال $]0,n[$ و تحقق $f_n(]0,n[)=\left]f_n(0),\frac{1}{2}\right[\subset ]0,n[$

إذن المتتالية $(u_n)_{n\geq 1}$ تقبل نهاية $l$ تحقق $\lim\limits_{n\to+\infty} f_n(l)=l$ و لدينا $\lim\limits_{n\to+\infty} f_n(l)=\lim\limits_{n\to+\infty}\frac{1}{1+e^{-\frac{3}{2}(l-n)}}=0$ نستنتج أن $l=0$

Yassine Mghazli

$\boxed{\lim u_n = 0}$

## التمرين الخامس

نعتبر الدالة $g$ المعرفة على $\mathbb{R}^*$ ب $g(x)=\int_x^{3x}\frac{\cos t}{t}dt$

1) لنبين أن الدالة $g$ زوجية

$$\forall x\in\mathbb{R}^*;-x\in\mathbb{R}^* \quad و \quad g(-x)=\int_{-x}^{-3x}\frac{\cos t}{t}dt\overset{t=-u}{=}\int_x^{3x}\frac{\cos(-u)}{-u}(-du)=\int_x^{3x}\frac{\cos u}{u}du=g(x)$$

نستنتج أن $\boxed{\text{الدالة } g \text{ زوجية}}$

2) الدالة $t\to\frac{\cos t}{t}$ متصلة على $]0,+\infty[$ إذن تقبل دالة أصلية $\varphi$ على هذا المجال

لدينا $g(x)=\int_x^{3x}\frac{\cos t}{t}dt=\left[\varphi(t)\right]_x^{3x}=\varphi(3x)-\varphi(x)$

بما أن الدالة $\varphi$ قابلة للإشتقاق (أصلية) على $]0,+\infty[$ فإن الدالة $g$ قابلة للإشتقاق على $]0,+\infty[$ و لدينا :

$$(\forall x>0);g'(x)=3\varphi'(3x)-\varphi'(x)=3\frac{\cos 3x}{3x}-\frac{\cos x}{x}=\frac{\cos 3x-\cos x}{x}$$

$$\boxed{(\forall x>0);g'(x)=\frac{\cos 3x-\cos x}{x}}$$

3) أ) لنتحقق من ان $\forall x>0;\int_x^{3x}\frac{\cos t}{t}dt=\frac{\sin 3x-3\sin x}{3x}+\int_x^{3x}\frac{\sin t}{t^2}dt$

لدينا $\forall x>0;\int_x^{3x}\frac{\cos t}{t}dt=\left[\frac{\sin t}{t}\right]_x^{3x}-\int_x^{3x}-\frac{\sin t}{t^2}dt=\frac{\sin 3x}{3x}-\frac{\sin x}{x}+\int_x^{3x}\frac{\sin t}{t^2}dt=\frac{\sin 3x-3\sin x}{3x}+\int_x^{3x}\frac{\sin t}{t^2}dt$

إذن

$$\boxed{\forall x>0;\int_x^{3x}\frac{\cos t}{t}dt=\frac{\sin 3x-3\sin x}{3x}+\int_x^{3x}\frac{\sin t}{t^2}dt}$$

ب) لنبين أن $(\forall x>0);|g(x)|<\frac{2}{x}$

لدينا

$$(\forall x>0);|g(x)|<\left|\int_x^{3x}\frac{\cos t}{t}dt\right|\le\left|\frac{\sin 3x-3\sin x}{3x}\right|+\left|\int_x^{3x}\frac{\sin t}{t^2}dt\right|\le\frac{4}{3x}+\int_x^{3x}\frac{1}{t^2}dt$$

Yassine Mghazli

و لدينا $(\forall x>0);x\le t\le 3x \Rightarrow \frac{1}{3x}\le\frac{1}{t}\le\frac{1}{x}\Rightarrow\frac{1}{t^2}\le\frac{1}{x^2}\Rightarrow\int_x^{3x}\frac{1}{t^2}dt\le\int_x^{3x}\frac{1}{x^2}dt$

و $\int_x^{3x}\frac{1}{x^2}dt=\left[-\frac{1}{x}\right]_x^{3x}=\frac{-1}{3x}+\frac{1}{x}=\frac{2}{3x}$

نستنتج أن $\frac{4}{3x}+\frac{2}{3x}>|g(x)|;(\forall x>0)$ و بالتالي :

$$\boxed{(\forall x>0);|g(x)|<\frac{2}{x}}$$

4) أ) لنبين أن $(\forall x>0);0\le\int_x^{3x}\frac{\cos t-1}{t}dt\le 2x$

لدينا $(\forall t>0);1-\cos t\le t\Rightarrow\frac{1-\cos t}{t}\le 1\Rightarrow\int_x^{3x}\frac{1-\cos t}{t}dt\le\int_x^{3x}dt$

و لدينا $\int_x^{3x}dt=2x$ نستنتج أن :

$$\boxed{(\forall x>0);0\le\int_x^{3x}\frac{\cos t-1}{t}dt\le 2x}$$

ب) لنتحقق أن $(\forall x>0);g(x)-\ln 3=\int_x^{3x}\frac{\cos t-1}{t}dt$

لدينا $(\forall x>0);\int_x^{3x}\frac{\cos t-1}{t}dt=g(x)-\int_x^{3x}\frac{1}{t}dt=g(x)-[\ln t]_x^{3x}=g(x)-(\ln 3x-\ln x)=g(x)-\ln 3$

و منه

$$\boxed{(\forall x>0);\int_x^{3x}\frac{\cos t-1}{t}dt=g(x)-\ln 3}$$

ج) لدينا $(\forall x>0);0\le\int_x^{3x}\frac{\cos t-1}{t}dt\le 2x$ إذن $\lim_{x\to 0^+}\int_x^{3x}\frac{\cos t-1}{t}dt=0$ و بما أن $(\forall x>0);g(x)-\ln 3=\int_x^{3x}\frac{\cos t-1}{t}dt$

فإن $\lim_{x\to 0^+}g(x)-\ln 3=0$ و بالتالي

$$\boxed{\lim_{x\to 0^+}g(x)=\ln 3}$$

إنتهى