


طريقك نحو البكالوريا

الشعب:

علوم تجريبية | رياضيات | تقني رياضي | تسيير وإقتصاد

# تمرين مع الحل في المتتاليات العددية

# ②

إعداد الأستاذ:

قويسم إبراهيم الخليل

## التمريـــــن

$(u_n)$ المتتالية العددية المعرفة على $\mathbb{N}$ كما يلي:

$$\begin{cases} u_0 = 0 \\ u_{n+1} = \dfrac{2u_n + 2}{u_n + 3} \end{cases}$$

وَ $(v_n)$ المتتالية المعرفة على $\mathbb{N}$ كما يلي:

$$v_n = \frac{u_n - 1}{u_n + 2}$$

1. بين أن $(v_n)$ متتالية هندسية يُطلب تعيين أساسها $q$ وحدها الأول $v_0$ .
2. ① اكتب عبارة $v_n$ بدلالة $n$ .
   ② اكتب عبارة $u_n$ بدلالة $n$ .
   ③ احسب نهاية المتتالية $(u_n)$
3. ① عبر بدلالة $n$ عن المجموع $S_n$ حيث: $S_n = v_0 + v_1 + \cdots + v_n$
   ② تحقق أنه من أجل كل عدد طبيعي $n$:

$$\frac{1}{u_n + 2} = \frac{1}{3}(1 - v_n)$$

③ استنتج بدلالة $n$ المجموع $S'_n$ حيث:

$$S'_n = \frac{1}{u_0 + 2} + \frac{1}{u_1 + 2} + \cdots + \frac{1}{u_n + 2}$$

## ◀ حل التمريـــن

❶ تبيين أن $(v_n)$ متتالية هندسية:

لدينا:

$$\begin{aligned} v_{n+1} &= \frac{u_{n+1}-1}{u_{n+1}+2} \\ &= \frac{\left(\frac{2u_n+2}{u_n+3}-1\right)}{\left(\frac{2u_n+2}{u_n+3}+2\right)} \\ &= \frac{\left(\frac{2u_n+2-u_n-3}{u_n+3}\right)}{\left(\frac{2u_n+2+2u_n+6}{u_n+3}\right)} \\ &= \frac{u_n-1}{4u_n+8} \\ &= \frac{1}{4}\left(\frac{u_n-1}{u_n+2}\right) \\ &= \frac{1}{4}v_n \end{aligned}$$

ومنه $(v_n)$ متتالية هندسية أساسها $\frac{1}{4}$ وحدها الأول $v_0$ حيث:

$$v_0 = \frac{u_0-1}{u_0+2} = -\frac{1}{2}$$

❷

① كتابة عبارة $v_n$ بدلالة $n$ :

لدينا $(v_n)$ متتالية هندسية أساسها $\frac{1}{4}$ وحدها الأول $-\frac{1}{2}$ فهي تكتب على الشكل:

$$\boxed{v_n = -\frac{1}{2}\left(\frac{1}{4}\right)^n}$$

② كتابة عبارة $u_n$ بدلالة $n$ :

$$\begin{aligned} v_n = \frac{u_n-1}{u_n+2} &\Rightarrow v_n(u_n+2)-(u_n-1)=0 \\ &\Rightarrow v_n u_n + 2v_n - u_n + 1 = 0 \\ &\Rightarrow u_n(v_n-1)+2v_n+1=0 \\ &\Rightarrow u_n(v_n-1) = -1-2v_n \\ &\Rightarrow u_n = \frac{-1-2v_n}{v_n-1} \\ &\qquad \underline{1+2v_n} \end{aligned}$$

$$\Rightarrow \boxed{u_n = \frac{1+\left(\frac{1}{4}\right)^n}{1-\frac{1}{2}\left(\frac{1}{4}\right)^n}}$$

③ حساب نهاية المتتالية $(u_n)$:

$$\lim_{n\to+\infty}[u_n] = \lim_{n\to+\infty}\left[\frac{1+\left(\frac{1}{4}\right)^n}{1-\frac{1}{2}\left(\frac{1}{4}\right)^n}\right]$$

$$= \frac{1}{1}$$

$$\boxed{\lim_{n\to+\infty}[u_n] = 1}$$

❸

① التعبير بدلالة $n$ عن المجموع $S_n$ :

$$S_n = v_0 + v_1 + \cdots + v_n$$

$$= v_0 \frac{1-q^{n+1}}{1-q}$$

$$= -\frac{1}{2}\cdot\frac{1-\left(\frac{1}{4}\right)^{n+1}}{1-\left(\frac{1}{4}\right)}$$

$$= -\frac{1}{2}\cdot\frac{1-\left(\frac{1}{4}\right)^{n+1}}{\frac{3}{4}}$$

$$\boxed{S_n = \frac{2}{3}\left(\left(\frac{1}{4}\right)^{n+1} - 1\right)}$$

② التحقق أنه من أجل كل عدد طبيعي $n$: $\frac{1}{u_n+2} = \frac{1}{3}(1-v_n)$ :

لدينا:

$$v_n = \frac{u_n-1}{u_n+2} \Rightarrow v_n = \frac{u_n-1+2-2}{u_n+2}$$

$$\Rightarrow v_n = \frac{u_n+2}{u_n+2} + \frac{-3}{u_n+2}$$

$$\Rightarrow v_n = 1 - \frac{3}{u_n+2}$$

$$\Rightarrow v_n - 1 = -\frac{3}{u_n+2}$$

$$\Rightarrow \boxed{\frac{1}{3}(1-v_n)=\frac{1}{u_n+2}}$$

③ استنتاج بدلالة $n$ المجموع $S'_n$ :

$$\begin{aligned}
S'_n &= \frac{1}{u_0+2}+\frac{1}{u_1+2}+\cdots+\frac{1}{u_n+2}\\
&= \frac{1}{3}(1-v_0)+\frac{1}{3}(1-v_1)+\cdots+\frac{1}{3}(1-v_n)\\
&= \frac{1}{3}(1-v_0+1-v_1+\cdots+1-v_n)\\
&= \frac{1}{3}\left(1\times(n+1)-\underbrace{(v_0+v_1+\cdots+v_n)}_{S_n}\right)\\
&= \frac{1}{3}\left((n+1)-\frac{2}{3}\left(\left(\frac{1}{4}\right)^{n+1}-1\right)\right)
\end{aligned}$$

$$\boxed{S'_n=\frac{1}{3}\left(n+1+\frac{2}{3}\left(1-\left(\frac{1}{4}\right)^{n+1}\right)\right)}$$

◄ بالتوفيق في شهادة البكالوريا ►