

JAUFROID

## Solution de la question 213

*Nouvelles annales de mathématiques 1<sup>re</sup> série*, tome 9  
(1850), p. 73-75

[http://www.numdam.org/item?id=NAM\\_1850\\_1\\_9\\_\\_73\\_1](http://www.numdam.org/item?id=NAM_1850_1_9__73_1)

© Nouvelles annales de mathématiques, 1850, tous droits réservés.

L'accès aux archives de la revue « Nouvelles annales de mathématiques » implique l'accord avec les conditions générales d'utilisation (<http://www.numdam.org/conditions>). Toute utilisation commerciale ou impression systématique est constitutive d'une infraction pénale. Toute copie ou impression de ce fichier doit contenir la présente mention de copyright.

NUMDAM

Article numérisé dans le cadre du programme  
Numérisation de documents anciens mathématiques

<http://www.numdam.org/>

---

---

## SOLUTION DE LA QUESTION 243

(voir t. VIII, p. 392);

PAR M. JAUFROID,

Bachelier ès sciences mathématiques.

---

$$1 \cdot (1-x)(1-x^2)(1-x^3) = a_1x + a_2x^2 + a_3x^3 + \dots + a_nx^n + \dots$$

ou

$$a_n = -\frac{S(n)}{n},$$

$S(n)$  désigne la somme des diviseurs du nombre  $n$ .

*Solution.* On a

$$\begin{aligned} s &= 1 \cdot (1-x)(1-x^2)(1-x^3) \dots, \\ &= 1 \cdot (1-x) + 1 \cdot (1-x^2) + 1 \cdot (1-x^3) + \dots, \end{aligned}$$

$$1 \cdot (1-x) = -\left(x + \frac{x^2}{2} + \frac{x^3}{3} + \dots\right),$$

$$1 \cdot (1-x^2) = -\left(x^2 + \frac{x^4}{2} + \frac{x^6}{3} + \dots\right),$$

$$1 \cdot (1-x^3) = -\left(x^3 + \frac{x^6}{2} + \frac{x^9}{3} + \dots\right),$$

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

Substituant, nous aurons

$$v = - \left\{ \begin{array}{l} (x + x^2 + x^3 + \dots) + \frac{1}{2}(x^2 + x^4 + x^6 + \dots) \\ + \frac{1}{3}(x^3 + x^6 + x^9 + \dots) + \dots \\ + \frac{1}{n}(x^n + x^{2n} + x^{3n} + \dots) + \dots \end{array} \right\},$$

ou bien, en représentant la première parenthèse par  $P_1$ , la deuxième par  $P_2$ , la troisième par  $P_3$ , ..., et la  $n^{\text{ième}}$  par  $P_n$ ,

$$s = - \left( P_1 + \frac{1}{2} P_2 + \frac{1}{3} P_3 + \dots + \frac{1}{n} P_n + \dots \right).$$

$P_1$  contient toutes les puissances de  $x$ ,  $P_2$  toutes celles de  $x^2$ ,  $P_3$  toutes celles de  $x^3$ , ...,  $P_n$  toutes celles de  $x^n$ .

De plus,  $P_1$  est multiplié par  $\frac{1}{1}$ ,  $P_2$  par  $\frac{1}{2}$ ,  $P_3$  par  $\frac{1}{3}$ , ...,

$P_n$  par  $\frac{1}{n}$ .

Or considérons le premier terme de  $P_n$ ; ce sera  $x^n$ , et ce terme ne se trouve plus dans le reste de  $P_n$  et dans les expressions suivantes  $P_{n+1}$ ,  $P_{n+2}$ , ...

Soit  $n'$  un diviseur de  $n$ ; la suite  $P_{n'}$  précède la suite  $P_n$ , et contient nécessairement  $x^n$ : en effet, les termes de  $P_{n'}$  se forment en multipliant l'exposant de  $x^{n'}$  respectivement par 2, 3, 4, ...; par conséquent, on aura en exposants tous les multiples de  $n'$ , et, par suite,  $n$ . Par conséquent, le terme  $x^n$  est produit autant de fois que  $n$  a de diviseurs; et comme  $x^n$  provenant de  $P_{n'}$  est multiplié par  $\frac{1}{n'}$ , il s'ensuit que le coefficient de  $x^n$  est une somme de fractions ayant pour numérateurs l'unité, et pour dénominateurs respectivement chacun des diviseurs de  $n$ , y compris l'unité. En multipliant les deux termes

( 75 )

de chaque fraction par le produit des dénominateurs de toutes les autres, on obtient au numérateur de la fraction résultante la somme de tous les diviseurs de  $n$ , et au dénominateur le produit de tous ces diviseurs, c'est-à-dire  $n$ ; et comme il faut mettre le signe — devant tous les termes, on a bien, d'après la notation adoptée,

$$a_n = - \frac{S(n)}{n}.$$

C. Q. F. D.