BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

Session 2012

MATHÉMATIQUES

Série S

Enseignement de Spécialité

Durée de l'épreuve : 4 heures – Coefficient : 9

Ce sujet comporte 5 pages numérotées de 1 à 5.

Du papier millimétré est mis à la disposition des candidats.

L'utilisation d'une calculatrice est autorisée.

Le candidat doit traiter les quatre exercices.
Le candidat est invité à faire figurer sur la copie toute trace de recherche, même incomplète ou non fructueuse, qu'il aura développée.
Il est rappelé que la qualité de la rédaction, la clarté et la précision des raisonnements entreront pour une part importante dans l'appréciation des copies.

EXERCICE 1 (5 points)

Dans une association sportive, un quart des femmes et un tiers des hommes adhèrent à la section tennis. On sait également que 30 % des membres de cette association adhèrent à la section tennis.

PARTIE A

On choisit au hasard un membre de cette association et on note :

F l'événement « le membre choisi est une femme »,

T l'événement « le membre choisi adhère à la section tennis ».

1) Montrer que la probabilité de l'événement F est égale à $\frac{2}{5}$.
2) On choisit un membre parmi les adhérents à la section tennis.

   Quelle est la probabilité que ce membre soit une femme ?

PARTIE B

Pour financer une sortie, les membres de cette association organisent une loterie.

1) Chaque semaine, un membre de l'association est choisi au hasard et de manière indépendante pour tenir la loterie.
   a) Déterminer la probabilité pour qu'en quatre semaines consécutives, il y ait exactement deux fois un membre qui adhère à la section tennis parmi les membres choisis.
   b) Pour tout entier naturel n non nul, on note p_n la probabilité pour qu'en n semaines consécutives, il y ait au moins un membre qui adhère à la section tennis parmi les membres choisis.

      Montrer que pour tout entier n non nul, $p_n = 1 - \left(\frac{7}{10}\right)^n$.
   c) Déterminer le nombre minimal de semaines pour que $p_n \geqslant 0,99$.
2) Pour cette loterie, on utilise une urne contenant 100 jetons ; 10 jetons exactement sont gagnants et rapportent 20 euros chacun, les autres ne rapportent rien.

   Pour jouer à cette loterie, un joueur doit payer 5 € puis tire au hasard et de façon simultanée deux jetons de l'urne : il reçoit alors 20 euros par jeton gagnant. Les deux jetons sont ensuite remis dans l'urne.

   On note X la variable aléatoire associant le gain algébrique (déduction faite des 5 €) réalisé par un joueur lors d'une partie à cette loterie.
   a) Déterminer la loi de probabilité de la variable aléatoire X.
   b) Calculer l'espérance mathématique de la variable aléatoire X et interpréter le résultat obtenu.

EXERCICE 2 (5 points)

PARTIE A. Restitution organisée de connaissances

On rappelle que $\lim_{t \to +\infty} \frac{e^t}{t} = +\infty$.

Démontrer que $\lim_{x \to +\infty} \frac{\ln(x)}{x} = 0$.

PARTIE B

On considère la fonction f définie sur $[1, +\infty[$ par $f(x) = x - \frac{\ln(x)}{x}$.

On note (C) sa courbe représentative dans un repère orthonormal $(O; \vec{i}, \vec{j})$.

1) Soit g la fonction définie sur $[1, +\infty[$ par $g(x) = x^2 - 1 + \ln(x)$.

   Montrer que la fonction g est positive sur $[1, +\infty[$.

2) a) Montrer que, pour tout x de $[1, +\infty[$, $f'(x) = \frac{g(x)}{x^2}$.

   b) En déduire le sens de variation de f sur $[1, +\infty[$.

   c) Montrer que la droite (D) d'équation $y = x$ est une asymptote à la courbe (C).

   d) Étudier la position de la courbe (C) par rapport à la droite (D).

3) Pour tout entier naturel k supérieur ou égal à 2, on note respectivement M_k et N_k les points d'abscisse k de (C) et (D).

   a) Montrer que, pour tout entier naturel k supérieur ou égal à 2, la distance M_kN_k entre les points M_k et N_k est donnée par $M_kN_k = \frac{\ln(k)}{k}$.

   b) Écrire un algorithme déterminant le plus petit entier k_0 supérieur ou égal à 2 tel que la distance M_kN_k soit inférieure ou égale à 10^{-2}.

EXERCICE 3 (5 points)

Soit f une fonction définie et dérivable sur $[0, 1]$ telle que :

$$f(0) = 0 \text{ et } f'(x) = \frac{1}{1+x^2} \text{ pour tout } x \in [0, 1].$$

On ne cherchera pas à déterminer f.

Partie A

1) Déterminer le sens de variation de f sur $[0, 1]$.

2) Soit g la fonction définie sur $\left[0, \frac{\pi}{4}\right]$ par $g(x) = f(\tan(x))$.

   a) Justifier que g est dérivable sur $\left[0, \frac{\pi}{4}\right]$, puis que, pour tout x de $\left[0, \frac{\pi}{4}\right]$, $g'(x) = 1$.

   b) Montrer que, pour tout x de $\left[0, \frac{\pi}{4}\right]$, $g(x) = x$. En déduire que $f(1) = \frac{\pi}{4}$.

3) Montrer que, pour tout x de $[0, 1]$, $0 \leqslant f(x) \leqslant \frac{\pi}{4}$.

Partie B

Soit (I_n) la suite définie par $I_0 = \int_0^1 f(x)\,dx$ et, pour tout entier naturel n non nul, $I_n = \int_0^1 x^n f(x)\,dx$.

1) Montrer, à l'aide d'une intégration par parties, que $I_0 = \frac{\pi}{4} - \frac{1}{2}\ln(2)$.

2) a) Montrer que, pour tout entier naturel non nul n, $I_n \geqslant 0$.

   b) Montrer que, pour tout n entier naturel non nul n, $I_n \leqslant \frac{\pi}{4(n+1)}$.

   c) En déduire la limite de la suite (I_n).

EXERCICE 4 (5 points)

Le plan complexe est rapporté à un repère orthonormal direct $(O;\vec{u},\vec{v})$.

Soit S la transformation du plan qui, à tout point M d'affixe z, associe le point M' d'affixe z' telle que : $z'=5iz+6i+4$.

Partie A

1) Déterminer la nature et les éléments caractéristiques de la transformation S.

2) On note x et x', y et y' les parties réelles et imaginaires respectives de z et z'.

   Démontrer que $\begin{cases} x'=-5y+4 \\ y'=5x+6 \end{cases}$

Partie B

Dans cette partie, on se place dans le cas où les coordonnées x et y du point M sont des entiers relatifs tels que $-3 \leqslant x \leqslant 5$ et $-3 \leqslant y \leqslant 5$.

On note (E) l'ensemble de ces points M.

On rappelle que les coordonnées (x',y') du point M', image du point M par la transformation S, sont $x'=-5y+4$ et $y'=5x+6$.

1) a) Déterminer l'ensemble des couples (a,b) d'entiers relatifs tels que $4a+3b=5$.

   b) En déduire l'ensemble des points M de (E) de coordonnées (x,y) tels que $-3x'+4y'=37$.

2) Soient M un point de l'ensemble (E) et M' son image par la transformation S.

   a) Démontrer que $x'+y'$ est un multiple de 5.

   b) Démontrer que $x'-y'$ et $x'+y'$ sont congrus modulo 2.

   En déduire que si $x'^2-y'^2$ est multiple de 2 alors $x'-y'$ et $x'+y'$ le sont également.

   c) Déterminer l'ensemble des points M de (E) tels que : $x'^2-y'^2=20$.