BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

SESSION 2007

MATHÉMATIQUES

Série S

ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ

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

Les calculatrices électroniques de poche sont autorisées, conformément à la réglementation en vigueur.

Du papier millimétré est mis à la disposition du candidat.

Le sujet est composé de 4 exercices indépendants. Le candidat doit traiter tous les exercices. Dans chaque exercice, le candidat peut admettre un résultat précédemment donné dans le texte pour aborder les questions suivantes, à condition de l'indiquer clairement sur la copie. La qualité et la précision de la rédaction seront prises en compte dans l'appréciation des copies.

Dès que ce sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Ce sujet comporte 6 pages numérotées de 1/6 à 6/6.

EXERCICE 1 (5 points)

Pour réaliser une loterie, un organisateur dispose d'une part d'un sac contenant exactement un jeton blanc et 9 jetons noirs indiscernables au toucher et d'autre part d'un dé cubique équilibré dont les faces sont numérotées de 1 à 6.

Il décide des règles suivantes pour le déroulement d'une partie.

Le joueur doit tirer un jeton puis jeter le dé :

- si le jeton est blanc, le joueur perd lorsque le jet du dé donne 6 ;
- si le jeton est noir, le joueur gagne lorsque le jet du dé donne 6.

À la fin de la partie, le jeton est remis dans le sac.

On note B l'événement « le jeton tiré est blanc » et G l'événement « le joueur gagne le jeu ».
L'événement contraire d'un événement E sera noté $\overline{\mathrm{E}}$.
La probabilité d'un événement E sera notée $p(\mathrm{E})$.

Partie A

1. Montrer que $p(\mathrm{G}) = \dfrac{7}{30}$. On pourra s'aider d'un arbre pondéré.
2. Quelle est la probabilité que le joueur ait tiré le jeton blanc sachant qu'il a perdu ?
3. Un joueur fait quatre parties de façon indépendante.

   Calculer la probabilité qu'il en gagne exactement deux et en donner une valeur approchée à 10^{-3} près.
4. Quel nombre minimal de parties un joueur doit-il faire pour que la probabilité d'en gagner au moins une soit supérieure à 0,99 ?

Partie B

L'organisateur décide de faire de sa loterie un jeu d'argent :

- chaque joueur paie 1€ par partie ;
- si le joueur gagne la partie, il reçoit 5€ ;
- si le joueur perd la partie, il ne reçoit rien.

1. On note X la variable aléatoire égale au gain algébrique (positif ou négatif) du joueur à l'issue d'une partie.

   a) Donner la loi de probabilité de X et son espérance E(X).

   b) On dit que le jeu est favorable à l'organisateur si $\mathrm{E(X)} < 0$.
   Le jeu est-il favorable à l'organisateur ?
2. L'organisateur décide de modifier le nombre n de jetons noirs (n entier naturel non nul) tout en gardant un seul jeton blanc.
   Pour quelles valeurs de l'entier n le jeu est-il défavorable à l'organisateur ?

EXERCICE 2 (4 points)

Le plan complexe est rapporté à un repère orthonormal direct $\left(O;\vec{u},\vec{v}\right)$. On prendra 1 cm pour unité graphique.

Les questions suivantes sont indépendantes.

1. Résoudre, dans l'ensemble **C** des nombres complexes, l'équation : $\overline{z}-3iz-3+6i=0$,

   $\overline{z}$ étant le conjugué de z.

2. On considère le point A d'affixe $4-2i$.

   Déterminer la forme algébrique de l'affixe du point B tel que OAB soit un triangle équilatéral de sens direct.

3. Soit D le point d'affixe 2i.

   a) Représenter l'ensemble (E) des points M d'affixe z différente de 2i tels que : $\arg(z-2i)=\dfrac{\pi}{4}+k\times 2\pi\ (k\in\mathbf{Z})$.

   b) Représenter l'ensemble (F) des points M d'affixe z tels que $z=2i+2\,e^{i\theta}$, θ appartenant à **R**.

4. À tout point M d'affixe $z\neq -2$, on associe le point M' d'affixe z' telle que : $z'=\dfrac{z-1}{\overline{z}+2}$.

   Déterminer l'ensemble des points M d'affixe z différente de -2 tels que $|z'|=1$.

EXERCICE 3 (5 points)

Dans l'espace muni d'un repère orthonormal $\left(O;\vec{i},\vec{j},\vec{k}\right)$, on considère les points A (1, 3, 2), B (4, 6, −4) et le cône (Γ) d'axe (O, $\vec{k}$), de sommet O et contenant le point A.

Partie A

1. Montrer qu'une équation de (Γ) est $x^2+y^2=\frac{5}{2}z^2$.

2. Soit (P) le plan parallèle au plan (xOy) et contenant le point B.
   a) Déterminer une équation de (P).
   b) Préciser la nature de l'intersection (C_1) de (P) et de (Γ).

3. Soit (Q) le plan d'équation $y=3$. On note (C_2) l'intersection de (Γ) et de (Q).
   Sans justification, reconnaître la nature de (C_2) parmi les propositions suivantes :
   - deux droites parallèles ;
   - deux droites sécantes ;
   - une parabole ;
   - une hyperbole ;
   - un cercle.

Partie B

Soient x, y et z trois entiers relatifs et M le point de coordonnées (x, y, z).
Les ensembles (C_1) et (C_2) sont les sections définies dans la **partie A**.

1. On considère l'équation (E) : $x^2+y^2=40$ où x et y sont des entiers relatifs.
   a) Résoudre l'équation (E).
   b) En déduire l'ensemble des points de (C_1) dont les coordonnées sont des entiers relatifs.

2. a) Démontrer que si le point M de coordonnées (x, y, z) où x, y et z désignent des entiers relatifs est un point de (Γ) alors z est divisible par 2 et x^2+y^2 est divisible par 10.
   b) Montrer que si M est un point de (C_2), intersection de (Γ) et de (Q),
   alors $x^2\equiv 1$ modulo 10.
   c) Résoudre, dans l'ensemble des entiers relatifs, l'équation $x^2\equiv 1$ modulo 10.
   d) Déterminer un point de (C_2), distinct de A, dont les coordonnées sont des entiers relatifs.

EXERCICE 4 (6 points)

On considère la fonction f définie sur $]0,+\infty[$ par $f(x)=1+x\ln x$.

On note C_f sa courbe représentative dans un repère orthogonal $(O\,;\vec{i},\vec{j})$.
Toutes les aires considérées dans ce problème seront exprimées en unités d'aire.

Partie A

Le but de cette partie est de déterminer un encadrement de l'aire $\mathcal{A}$ du domaine délimité par l'axe des abscisses, la courbe C_f et les deux droites d'équations $x = 1$ et $x = 2$.

On note M et N les points de C_f d'abscisses respectives 1 et 2, P et Q leurs projetés orthogonaux respectifs sur l'axe des abscisses.
La figure est donnée en annexe, page 6.

1. a) Montrer que f est positive sur $[1, 2]$.
   b) Montrer que le coefficient directeur de la droite (MN) est $2\ln 2$.
   c) Soit E le point d'abscisse $\frac{4}{e}$.
   Montrer que, sur l'intervalle $[1, 2]$, le point E est l'unique point de C_f en lequel la tangente à C_f est parallèle à (MN).
   d) On appelle T la tangente à C_f au point E.
   Montrer qu'une équation de T est : $y=(2\ln 2)x-\frac{4}{e}+1$.
2. Soit g la fonction définie sur $[1, 2]$ par : $g(x)=f(x)-\left[(2\ln 2)x-\frac{4}{e}+1\right]$.
   a) Montrer que pour tout x de $[1, 2]$: $g'(x)=1+\ln\left(\frac{x}{4}\right)$.
   b) Étudier les variations de g sur $[1, 2]$ et en déduire la position relative de C_f et de la tangente T sur cet intervalle.
3. Soient M' et N' les points d'abscisses respectives 1 et 2 de la droite T.
   On admet que la courbe C_f reste sous la droite (MN) sur l'intervalle $[1, 2]$ et que les points M' et N' ont des ordonnées strictement positives.
   a) Calculer les aires des trapèzes MNQP et $M'N'QP$.
   b) En déduire, à l'aide de la calculatrice, un encadrement de $\mathcal{A}$ d'amplitude 10^{-1}.

Partie B

Le but de cette partie est de déterminer la valeur exacte de $\mathcal{A}$.

1. À l'aide d'une intégration par parties, calculer $\int_1^2 x\ln x\,dx$.
2. En déduire la valeur exacte de $\mathcal{A}$.

ANNEXE

Cette page ne sera pas à remettre avec la copie