

BACCALAUREAT GENERAL

MATHEMATIQUES

Série S

Enseignement de Spécialité

Durée de l'épreuve : 4 heures

Coefficient : 9

Ce sujet comporte 7 pages numérotées de 1 à 7

Du papier millimétré est mis à la disposition des candidats.

L'utilisation d'une calculatrice est autorisée.

*Le candidat doit traiter tous les exercices.
La qualité de la rédaction, la clarté et la précision des raisonnements entreront pour
une part importante dans l'appréciation des copies.*

EXERCICE 1 (7 points)

(Commun à tous les candidats)

Une usine produit de l'eau minérale en bouteilles. Lorsque le taux de calcium dans une bouteille est inférieur à 6,5 mg par litre, on dit que l'eau de cette bouteille est très peu calcaire.

Dans cet exercice les résultats approchés seront arrondis au millième.

Partie A

L'eau minérale provient de deux sources, notées « source A » et « source B ».

La probabilité que l'eau d'une bouteille prélevée au hasard dans la production d'une journée de la source A soit très peu calcaire est $0,17$. La probabilité que l'eau d'une bouteille prélevée au hasard dans la production d'une journée de la source B soit très peu calcaire est $0,10$.

La source A fournit 70% de la production quotidienne totale des bouteilles d'eau et la source B le reste de cette production.

On prélève au hasard une bouteille d'eau dans la production totale de la journée. On considère les évènements suivants :

A : « La bouteille d'eau provient de la source A »

B : « La bouteille d'eau provient de la source B »

S : « L'eau contenue dans la bouteille d'eau est très peu calcaire ».

- 1) Déterminer la probabilité de l'évènement $A \cap S$.
- 2) Montrer que la probabilité de l'évènement S vaut $0,149$.
- 3) Calculer la probabilité que l'eau contenue dans une bouteille provienne de la source A sachant qu'elle est très peu calcaire.
- 4) Le lendemain d'une forte pluie, l'usine prélève un échantillon de 1 000 bouteilles provenant de la source A. Parmi ces bouteilles, 211 contiennent de l'eau très peu calcaire.
Donner un intervalle permettant d'estimer au seuil de 95% la proportion de bouteilles contenant de l'eau très peu calcaire sur l'ensemble de la production de la source A après cette intempérie.

Partie B

On note X la variable aléatoire qui, à chaque bouteille prélevée au hasard dans la production d'une journée de la source A, associe le taux de calcium de l'eau qu'elle contient. On suppose que X suit la loi normale de moyenne 8 et d'écart-type 1,6.

On note Y la variable aléatoire qui, à chaque bouteille prélevée au hasard dans la production d'une journée de la source B, associe le taux de calcium qu'elle contient. On suppose que Y suit la loi normale de moyenne 9 et d'écart-type σ .

- 1) Déterminer la probabilité pour que le taux de calcium mesuré dans une bouteille prise au hasard dans la production d'une journée de la source A soit compris entre 6,4 mg et 9,6 mg.
- 2) Calculer la probabilité $p(X \leq 6,5)$.
- 3) Déterminer σ sachant que la probabilité qu'une bouteille prélevée au hasard dans la production d'une journée de la source B contienne de l'eau très peu calcaire est 0,1.

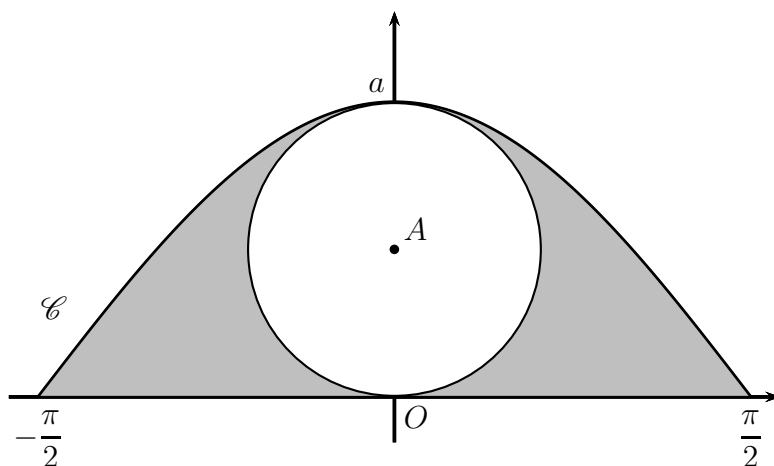
Partie C

Le service commercial a adopté pour les étiquettes des bouteilles la forme représentée ci-dessous dans un repère orthonormé du plan.

La forme de ces étiquettes est délimitée par l'axe des abscisses et la courbe \mathcal{C} d'équation $y = a \cos x$ avec $x \in \left[-\frac{\pi}{2}; \frac{\pi}{2}\right]$ et a un réel strictement positif.

Un disque situé à l'intérieur est destiné à recevoir les informations données aux acheteurs. On considère le disque de centre le point A de coordonnées $\left(0; \frac{\pi}{2}\right)$ et de rayon $\frac{a}{2}$. On admettra que ce disque se trouve entièrement en dessous de la courbe \mathcal{C} pour des valeurs de a inférieures à 1, 4.

- 1) Justifier que l'aire du domaine compris entre l'axe des abscisses, les droites d'équation $x = -\frac{\pi}{2}$ et $x = \frac{\pi}{2}$, et la courbe \mathcal{C} est égale à $2a$ unités d'aire.
- 2) Pour des raisons esthétiques, on souhaite que l'aire du disque soit égale à l'aire de la surface grisée. Quelle valeur faut-il donner au réel a pour respecter cette contrainte ?



EXERCICE 2 (3 points)**(commun à tous les candidats)**

Pour chaque réel a , on considère la fonction f_a définie sur l'ensemble des nombres réels \mathbb{R} par

$$f_a(x) = e^{x-a} - 2x + e^a.$$

- 1) Montrer que pour tout réel a , la fonction f_a possède un minimum.
- 2) Existe-t-il une valeur de a pour laquelle ce minimum est le plus petit possible ?

EXERCICE 3 (5 points)

(commun à tous les candidats)

Soient x, y et z trois nombres réels. On considère les implications (P_1) et (P_2) suivantes :

$$(P_1) \quad (x + y + z = 1) \Rightarrow \left(x^2 + y^2 + z^2 \geq \frac{1}{3} \right)$$

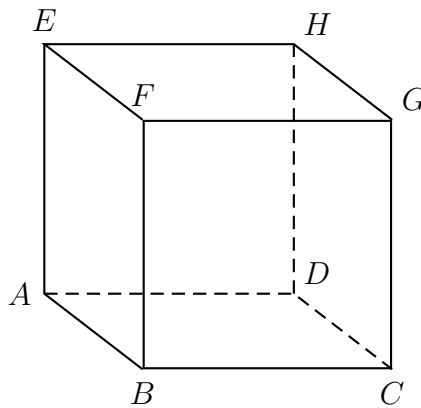
$$(P_2) \quad \left(x^2 + y^2 + z^2 \geq \frac{1}{3} \right) \Rightarrow (x + y + z = 1)$$

Partie A

L'implication (P_2) est-elle vraie ?

Partie B

Dans l'espace, on considère le cube $ABCDEFGH$, représenté ci-dessous, et on définit le repère orthonormé $(A; \overrightarrow{AB}, \overrightarrow{AD}, \overrightarrow{AE})$.



- 1)
 - a) Vérifier que le plan d'équation $x + y + z = 1$ est le plan (BDE) .
 - b) Montrer que la droite (AG) est orthogonale au plan (BDE) .
 - c) Montrer que l'intersection de la droite (AG) avec le plan (BDE) est le point K de coordonnées $\left(\frac{1}{3}, \frac{1}{3}, \frac{1}{3} \right)$.
- 2) Le triangle BDE est-il équilatéral ?
- 3) Soit M un point de l'espace.
 - a) Démontrer que si M appartient au plan (BDE) , alors $AM^2 = AK^2 + MK^2$.
 - b) En déduire que si M appartient au plan (BDE) , alors $AM^2 \geq AK^2$.
 - c) Soient x, y et z des réels quelconques. En appliquant le résultat de la question précédente au point M de coordonnées $(x; y; z)$, montrer que l'implication (P_1) est vraie.

EXERCICE 4 (5 points)

(candidats ayant suivi l'enseignement de spécialité)

Un organisme propose un apprentissage de langues étrangères en ligne. Deux niveaux sont présentés : débutant ou avancé. Au début de chaque mois, un internaute peut s'inscrire, se désinscrire ou changer de niveau.

On souhaite étudier l'évolution sur le long terme, de la fréquentation du site à partir d'un mois noté 0. Des relevés de la fréquentation du site ont conduit aux observations suivantes :

- Au début du mois 0, il y avait 300 internautes au niveau débutant et 450 au niveau avancé.
- Chaque mois, la moitié des débutants passe au niveau avancé, l'autre moitié reste au niveau débutant et la moitié des avancés ayant terminé leur formation, se désinscrit du site.
- Chaque mois, 100 nouveaux internautes s'inscrivent en débutant et 70 en avancé.

On modélise cette situation par deux suites de nombres réels (d_n) et (a_n) . Pour tout entier naturel n , d_n et a_n sont respectivement des approximations du nombre de débutants et du nombre d'avancés au début du mois n .

Pour tout entier naturel n , on note U_n la matrice colonne $\begin{pmatrix} d_n \\ a_n \end{pmatrix}$.

On pose $d_0 = 300$, $a_0 = 450$ et, pour tout entier $n \geq 0$

$$\begin{cases} d_{n+1} = \frac{1}{2}d_n + 100 \\ a_{n+1} = \frac{1}{2}d_n + \frac{1}{2}a_n + 70 \end{cases}$$

- 1) a) Justifier l'égalité $a_{n+1} = \frac{1}{2}d_n + \frac{1}{2}a_n + 70$ dans le contexte de l'exercice.
- b) Déterminer les matrices A et B telles que pour tout entier naturel n ,

$$U_{n+1} = AU_n + B.$$

- 2) Démontrer par récurrence que pour tout entier naturel $n \geq 1$, on a

$$A^n = \left(\frac{1}{2}\right)^n (I_2 + nT) \quad \text{où } T = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} \quad \text{et } I_2 = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}.$$

- 3) a) Déterminer la matrice C qui vérifie l'égalité $C = AC + B$.

- b) Pour tout entier $n \geq 0$, on pose $V_n = U_n - \begin{pmatrix} 200 \\ 340 \end{pmatrix}$.

Montrer que pour tout entier naturel n ,

$$V_{n+1} = AV_n.$$

- c) On admet que pour tout entier $n \geq 1$, $V_n = A^n V_0$.
En déduire que pour tout entier naturel $n \geq 1$,

$$U_n = \begin{pmatrix} 100 \left(\frac{1}{2}\right)^n + 200 \\ 100n \left(\frac{1}{2}\right)^n + 110 \left(\frac{1}{2}\right)^n + 340 \end{pmatrix}.$$

4) a) On admet que pour tout entier $n \geq 4$, $2^n \geq n^2$.

En déduire que pour tout entier $n \geq 4$,

$$0 \leq 100n \left(\frac{1}{2}\right)^n \leq \frac{100}{n}.$$

b) En utilisant les questions précédentes, que peut-on prévoir pour l'évolution de la fréquentation du site sur le long terme ?