



**RÉGION ACADÉMIQUE
LA RÉUNION**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



Olympiades d'informatique de l'océan Indien

Numérique et Sciences Informatiques (NSI)

- classes de première -

Académie de La Réunion - 27 mars 2024

Durée de l'épreuve: 3 heures

Cette épreuve individuelle se déroule sur poste informatique

déconnecté du réseau local de l'établissement et du réseau Internet.

Document autorisé: "Mémento Python 3" de Laurent Pointal (CC BY 4.0)

Le sujet comporte 8 pages.

Vérifiez que votre exemplaire est complet avant de commencer.

Certaines énigmes nécessitent d'exploiter des fichiers. Ces fichiers sont fournis avec le sujet.

La personne candidate indique ses réponses aux énigmes à la page 8.

Seule la page 8 est à remettre à la fin de l'épreuve.

Rappel : "Réaliser un calcul arithmétique modulo n " revient à effectuer ce calcul puis à prendre le reste de la division euclidienne par n . Par exemple, la somme des 5 premiers entiers non nul modulo 6 revient à faire d'abord $1+2+3+4+5 = 15$ puis à prendre le reste de 15 par la division euclidienne par 6 soit 3 (puisque $15 = 2 \times 6 + 3$).

Énigme 1 - Somme ASCII (10 pts)

On peut associer à toute phrase une unique lettre majuscule. Pour cela, on effectue la somme modulo 26 des codes ASCII des caractères de la phrase et on ajoute le code ASCII de la lettre 'A' (donné par `ord('A')`). La lettre à associer est alors le caractère dont le code ASCII vaut l'entier précédemment trouvé.

Par exemple, avec cette méthode la chaîne de caractères "L'informatique c'est fantastique" est codée par la lettre S.

Question : quelle lettre majuscule code la phrase : "L'important, c'est de participer" ?

(Attention, dans le décompte, tous les caractères sont comptabilisés : les lettres et les caractères de ponctuation)

Énigme 2 - Beaucoup de chiffres (10 pts)

Question : combien de chiffres comporte l'écriture en base 10 de 2024^{42} ?

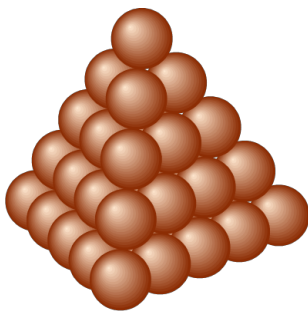
Énigme 3 - Dates valides (20 pts)

Ressource pour traiter cette énigme : `2024_oioi_dates.txt`

Le fichier fourni contient des dates au format jour/mois/année (une date par ligne). Une date est valide si :

1. le mois est compris entre 1 et 12
 2. le jour est compris entre 1 et 31 pour les mois 1, 3, 5, 7, 8, 10 et 12, entre 1 et 30 pour les mois 4, 6, 9 et 11 et enfin entre 1 et 28 pour le mois 2 (on ne tient pas compte des années bissextiles).
- **Question a** (10 pts) : parmi les dates du fichier, combien **ne sont pas** des dates valides ?
 - **Question b** (10 pts) : parmi les dates valides laquelle est la plus ancienne ?

Énigme 4 - Sur le marché forain (20 pts)



Afin de minimiser l'espace entre les tangors, le meilleur choix est un empilement triangulaire. On forme ainsi un tétraèdre (pyramide à base triangulaire).

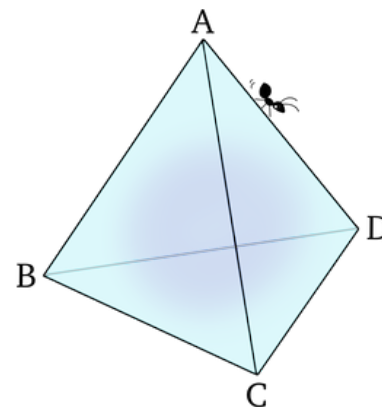
Sur l'image ci-contre, on a par exemple un tétraèdre à 5 étages (chaque étage est alors un triangle équilatéral), ce qui correspond à $1+3+6+10+15$, soient 35 tangors.

Question : combien faut-il de tangors pour former un tétraèdre à 22 étages ?

Énigme 5 - Elle court, elle court la fourmi (30 pts)

Une fourmi se déplace sur un tétraèdre ABCD régulier (la distance entre deux sommets vaut 1) en partant du sommet de référence A.

On s'intéresse au nombre de chemins de longueur donnée. Par exemple, si on considère des chemins de longueur 7, il en existe 546 qui se terminent en A et 1641 qui terminent ailleurs (B, C ou D).



- **Question a** (10 pts) : combien de chemins de longueur 2024 terminent à la position initiale ? (Donner le résultat modulo 1000).
- **Question b** (20 pts) : combien de chemins de longueur 2024 terminent à un sommet adjacent ? (Donner également le résultat modulo 1000).

Énigme 6 - Préparation olympique : attention aux blessures ! (30 pts)

Ressource pour traiter cette énigme : `2024_oioi_charge_entrainement.py`

Pour un sportif, la charge d'entraînement est un indicateur important qui permet d'évaluer l'impact des séances d'entraînement sur les performances et de réduire le risque de blessures.

La méthode Foster permet de calculer cette charge à l'aide de la durée de la séance exprimée en minutes et d'une valeur d'intensité perçue fournie par l'athlète (valeur comprise entre 1 pour une séance très facile, à 10 pour une séance très difficile) :

$$\text{charge} = \text{durée de la séance} \times \text{intensité perçue}$$

Ainsi, une séance plus courte mais plus intense pourra avoir une charge d'entraînement plus forte. Une sortie d'une heure avec une intensité de 3 donnera une charge de 180 alors qu'une sortie de 40 minutes avec une intensité de 6 donnera une charge de 240. Pour calculer la charge d'entraînement d'une période (semaine, mois, ...), il suffit de cumuler toutes les charges enregistrées. L'analyse de ces données peut fournir un indicateur intéressant pour évaluer le risque de blessures. Cet indicateur est appelé indice de monotonie :

$$\text{indice de monotonie} = \text{charge hebdomadaire moyenne} / \text{écart type des charges de la semaine}$$

Plus l'indice de monotonie est élevé, plus il y a un risque de blessures. À 2, il y a une apparition de la fatigue et à plus de 2,5 le risque de blessures est important.

On se propose d'analyser les données d'entraînement d'un coureur afin de déterminer la semaine pendant laquelle le risque de blessures est apparu (indice de monotonie ≥ 2.5).

Les données d'entraînement enregistrées depuis le premier janvier 2024 pour notre sportif se présentent sous la forme d'une liste :

```
data = [
    [(40,1),(40,2),(60,3),(45,3)],
    [(45,4),(60,4),(30,3),(30,4),(60,5)],
    [(60,3),(45,2),(60,3),(60,1),(40,2)],
    [(80,2),(80,5),(60,4),(90,7)],
    [(80,2),(45,4),(80,5),(60,4),(90,7)],
    [(70,4),(45,2),(70,3),(80,3),(40,2)],
    [(60,4),(80,5),(60,4),(90,7)],
    [(70,4),(45,2),(80,4),(80,3),(40,2)],
    [(80,4),(45,3),(80,4),(80,3),(45,3)],
    [(70,4),(45,2),(90,4),(80,3),(40,2)],
    [(80,3),(45,1),(80,3),(90,3),(55,2)],
    [(70,4),(50,3),(100,5),(80,3),(100,6)]
]
```

On observe ainsi, pour la semaine n°1, une première session d'entraînement de 40 minutes avec une intensité de 1. La deuxième sortie de la semaine 2 a duré 1 heure avec une intensité de 4, etc.

Question : Quelle est la première semaine où le risque de blessures est apparu ?

Le résultat fourni devra se présenter sous cette forme : n° de semaine(indice de monotonie arrondi au centième).

Exemple de résultat : 1(2.04).

La formule permettant de calculer l'écart type de la population d'une liste appelée `ma_liste` est la suivante :

```
ecart_type = (sum((x-(sum(ma_liste) / len(ma_liste)))**2 for x in ma_liste) / len(ma_liste))**0.5
```

Énigme 7 - Un message chiffré (30 pts)

Ophélie invente le système de chiffrement suivant pour communiquer en secret avec ses amis :

- Chaque lettre a une valeur numérique : A vaut 0, B vaut 1, C vaut 2, etc.
- On choisit une clé de chiffrement K qui est un entier entre 0 et 25
- La première lettre du message est décalée de la valeur de la clé : par exemple si la première lettre est J qui vaut 9 et que la clé est $K=6$ alors on chiffre cette lettre par $J + 9 = 15 = P$
- Le décalage est circulaire : si jamais le décalage amène à dépasser la valeur 25 = Z, on reprend à partir de A, c'est à dire que 26 vaudra A, 27 vaudra B, etc.
- Pour les lettres suivantes on utilise aussi un décalage mais la valeur du décalage correspond à la valeur de la lettre précédente dans le message non chiffré.

Par exemple, si on veut chiffrer le mot COQ avec la clé $K=5$:

- Pour la première lettre, on décale avec la clé, on obtient $C + 5 = 2 + 5 = 7 = H$
- Pour la deuxième lettre, on décale avec la valeur de la première lettre c'est-à-dire $C=2$, on obtient $O + 2 = 14 + 2 = 16 = Q$

- Pour la troisième lettre, on décale avec la valeur de la deuxième lettre c'est-à-dire $O=14$, on obtient $Q + 14 = 16 + 14 = 30 = E$

Ainsi COQ sera chiffré en HQE.

Lorsque le message comporte plusieurs mots, on décide d'ignorer les espaces, par exemple si on veut chiffrer "BONJOUR TOUT LE MONDE" on appliquera l'algorithme ci-dessus sur le message "BONJOURTOUTLEMONDE".

Vous interceptez le message suivant d'Ophélie :

PXIDILKTNGXPWPXHILER

Question : Quel est le message original ?

Énigme 8 - Découpe de cannes à sucre (50 pts)

Ressource pour résoudre cette énigme : 2024_oioi_cannes.py

Anaïs en a assez de voir passer des camions remplis de cannes à sucre mal rangées. Sachant que la benne d'un camion de transport de cannes a une longueur de L elle invente une machine capable de découper automatiquement un ensemble de cannes à sucre de tailles variables en colonnes de longueur L exactement. Chaque colonne peut contenir un ou plusieurs morceaux de cannes à sucre mis bout à bout.

Sa machine a le fonctionnement suivant :

- elle construit les colonnes en prenant les cannes à sucre dans l'ordre où elles arrivent
- chaque colonne est remplie par juxtaposition de cannes à sucre, jusqu'à atteindre une longueur totale de L
- si la dernière canne à sucre ajoutée à une colonne va faire dépasser la longueur L souhaitée, on la découpe pour compléter la colonne et avoir une longueur de L exactement, le reste de la canne à sucre sera utilisé pour la ou les colonnes suivantes
- il est possible que la toute dernière colonne soit de longueur inférieure à L s'il n'y a plus de canne à sucre pour la compléter.

Voici un exemple d'entrée pour la machine d'Anaïs (Figure 1). Informatiquement on représentera cette entrée par une liste de tailles de cannes à sucre $[14, 9, 15, 7, 5, 8]$.

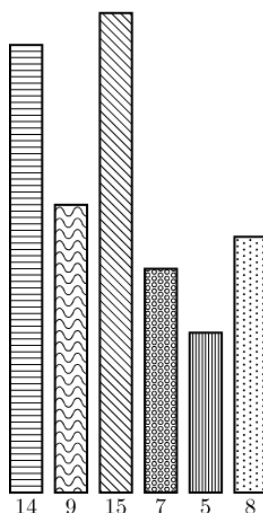


Figure 1 : Cannes à sucre à ranger

Si on place cette liste de cannes à sucre dans la machine d'Anaïs configurée pour une longueur de $L=10$, la machine produira les colonnes suivantes (Figure 2).

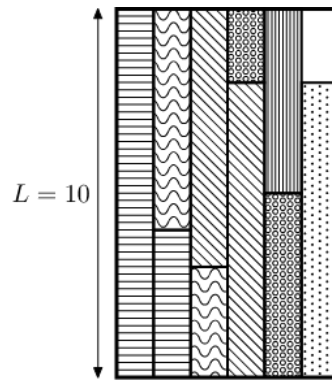


Figure 2 : Cannes à sucre découpées pour un rangement dans un camion de longueur $L=10$

Après découpe, la machine produit donc en sortie 6 colonnes de canne à sucre de longueur $L=10$ (sauf la dernière). Elles sont constituées ainsi :

- colonne 1 : la canne 1 a été coupée car trop grande
- colonne 2 : le reste de la canne 1 a été placé et on a ajouté une partie de la canne 2 (4 + 6)
- colonne 3 : le reste de la canne 2 a été placé et on a ajouté une partie de la canne 3 (3 + 7)
- colonne 4 : le reste de la canne 3 a été placé et on a ajouté une partie de la canne 4 (8 + 2)
- colonne 5 : le reste de la canne 4 a été placé et on a ajouté la canne 5 qui rentrait exactement dans l'espace disponible (5 + 5)
- colonne 6 : on a placé la canne 6 qui avait assez d'espace pour entrer, cette dernière colonne n'est pas complète car on a épuisé les cannes disponibles.

Ainsi, les 6 cannes à sucre ont été découpées au final en 10 morceaux de canne à sucre au total.

On vous donne un fichier source python 2024_oioi_cannes.py définissant une liste cannes de tailles de cannes à sucre :

```
cannes = [15, 7, 10, 21, 10, 11, 25, 25, 32, 10, 17, 31, 34, 15, 28, 30, 8, 24, 33,
34, 30, 7, 18, 22, 14, 29, 6, 11, 18, 25, 11, 16, 9, 27, 30, 20, 15, 24, 29, 12, 15,
27, 31, 33, 19, 12, 13, 10, 9, 27, 5, 5, 12, 7, 21, 28, 7, 25, 12, 22, 27, 26, 27,
17, 8, 30, 10, 25, 27, 10, 30, 22, 6, 18, 6, 16, 10, 5, 30, 22, 14, 14, 31, 29, 10,
18, 30, 11, 19, 15, 31, 24, 9, 24, 33, 27, 17, 16, 25, 14, 8, 8, 8, 18, 16, 12, 22,
11, 15, 19, 17, 21, 30, 28, 17, 18, 13, 8, 34, 15, 25, 11, 35, 15, 20, 35, 14, 14,
18, 13, 19, 19, 19, 25, 10, 13, 14, 28, 5, 30, 6, 12, 30, 32, 13, 28, 17, 23, 12, 28,
6, 21, 7, 27, 11, 21, 14, 12, 12, 20, 35, 11, 20, 31, 22, 17, 25, 9, 8, 31, 14, 26,
12, 22, 18, 5, 20, 26, 7, 18, 13, 10, 12, 17, 7, 26, 7, 29, 32, 22, 11, 10, 26, 33,
30, 5, 18, 14, 33, 28]
```

- **Question a** (10 pts) : combien de colonnes seront formées par la machine d'Anaïs configurée pour une longueur $L=12$ pour cette liste cannes ?
- **Question b** (40 pts) : après découpage par la machine, combien de morceaux de cannes à sucre a-t-on pour cette même liste cannes, toujours avec la valeur $L=12$?

Énigme 9 - Le boss final (50 pts)

Vous jouez à un jeu de rôle, dans lequel votre personnage possède une statistique de **force** et une de **dextérité**. Dans la suite on notera les statistiques de joueur sous la forme d'un couple (f, d) dans lequel f est le nombre de points de force et d le nombre de points de dextérité.

Au début de la partie votre personnage est de **niveau 1** ce qui lui confère une force de 1 point et une dextérité de 1 point. Les statistiques du joueur sont donc $(1, 1)$.

En accumulant de l'expérience, votre personnage monte de niveau. Lorsqu'il gagne un niveau, deux options s'offrent à vous :

- option A : la statistique de force de votre joueur est augmentée de la valeur de sa dextérité, par exemple si $(f, d) = (100, 50)$, après avoir augmenté de niveau votre personnage aura pour statistiques $(f, d) = (150, 50)$
- option B : la statistique de dextérité de votre joueur est augmentée de la valeur de sa force, par exemple si $(f, d) = (100, 50)$, après avoir augmenté de niveau votre personnage aura pour statistiques $(f, d) = (100, 150)$

Le jeu est très exigeant et demande d'avoir des statistiques bien précises pour battre le boss final. À titre d'exemple, considérons qu'il faut **exactement** une force de 11 points et une dextérité de 7 points pour battre le boss de fin, ni plus, ni moins. Cela est possible si on a fait évoluer notre personnage selon les choix suivants :

$$(1, 1) \rightarrow B(1, 2) \rightarrow B(1, 3) \rightarrow A(4, 3) \rightarrow B(4, 7) \rightarrow A(11, 7)$$

on pourra alors battre le boss final avec un personnage de niveau 6.

- Écrire un programme permettant de générer la liste de tous les couples (f, d) distincts que l'on peut atteindre pour un personnage de niveau 12 exactement. Pour chacun de ces couples, calculer le produit $f \times d$ puis sommer toutes les valeurs obtenues.

Question a (20 pts) : que vaut cette somme ?

- Vous découvrez que pour battre le boss final du jeu, votre personnage devra avoir une force de 3123191 points exactement et une dextérité de 2441418 points exactement, ni plus, ni moins.

Question b (30 pts) : quel devra être le niveau de votre personnage pour battre le boss final ?

Document à remettre par la personne candidate à la fin de l'épreuve

| | |
|--------------------------------|---|
| Nom de l'établissement: | |
| | |
| Nom de famille : | |
| | |
| Prénom(s): | |
| | |
| Né(e) le: | <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin-right: 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin-right: 5px;"></div> <div style="margin: 0 5px;">/</div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin-right: 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin-right: 5px;"></div> <div style="margin: 0 5px;">/</div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin-right: 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></div> </div> |

Énigme 1 - Réponse :

Énigme 2 - Réponse :

Énigme 3 - Réponse à la question a :

Énigme 3 - Réponse à laquestion b :

Énigme 4 - Réponse :

Énigme 5 – Réponse à la question a :

Énigme 5 - Réponse à laquestion b :

Énigme 6 - Réponse :

Énigme 7 - Réponse :

Énigme 8 - Réponse à la question a :

Énigme 8 - Réponse à la question b :

Énigme 9 - Réponse à la question a :

Énigme 9 - Réponse à la question b :

Valeur hexadécimale en cas d'ex- æquo :