

Exercice 42 page 315 – Vénus et 2^{ème} loi de Kepler

e. Compléter le code Python fourni pour proposer un programme permettant de calculer la masse du Soleil.

Le programme fourni exploite le fichier de données intitulé « Kepler2_Venus.txt » contenant l'éphéméride de Vénus. Le fichier est disponible sur le site sirius.nathan.fr et dans le manuel numérique, Il est cependant possible de collecter cette éphéméride en suivant le processus détaillé ci dessous.

IMPORTANT : quelle que soit l'origine du fichier de données, il devra être enregistré dans le même dossier que celui contenant le fichier .py à compléter.

Collecte de l'éphéméride des positions quotidiennes de Vénus :

Étape 1 :

- Se connecter sur le site vo.imcce.fr/webservices/miriade/?forms donnant accès aux éphémérides des planètes du Système solaire.
- Paramétrer le formulaire de demande afin de déterminer par essais successifs la date t_0 à laquelle la longitude de Vénus dans le plan de l'écliptique est la plus proche de $0^\circ 0' 0,00''$ en sélectionnant :
 - 'Target' (planète) : Vénus ;
 - 'Epoch' (calendrier) : 250 dates par pas de 1 jour puis affiner la recherche ;
 - 'Reference center' (référentiel) : héliocentrique ;
 - 'Advanced parameters' (coordonnées) : INPOP, écliptique, sphérique, AstrometricJ2000.
- Afficher le résultat en cliquant 'Compute Ephemeris'.

Étape 2 :

- Paramétrer le formulaire afin obtenir l'éphéméride de Vénus pour 224 dates par pas de 1 jour depuis la date t_0 .
- Télécharger le fichier de données fourni par le site en format .txt.
- Ouvrir ce fichier .txt puis **supprimer** :
 - les lignes commençant par # ;
 - la ligne d'intitulé des grandeurs ;
 - éventuellement, les dernières lignes de données correspondant à des positions au-delà de l'équinoxe d'automne suivant celui qui a été choisi en t_0 .
- Enregistrer le fichier sous Kepler2_Venus.txt dans le même dossier que celui du fichier .py à compléter.

Données et aides pour compléter le code fourni afin de calculer la masse M_S du Soleil et son incertitude-type $u(M_S)$ déterminée par une méthode analytique et/ou par simulation d'un processus aléatoire selon la méthode de Monte-Carlo :

- D'après l'expression donnée dans l'énoncé, la masse M_S du Soleil s'écrit : $M_S = \frac{(2 \times k)^2}{G \times R}$ (1).
- Constante de gravitation : $G = 6,673 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$ avec l'incertitude-type $u(G) = 0,001 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$.

Chapitre 13 – Mouvements des satellites et des planètes

Fiche élève

Niveau confirmé

Nom :
Prénom :
Classe :
Date :

- La valeur du rayon R de l'orbite de Vénus et son incertitude-type $u(R)$ sont obtenues par l'étude statistique de la série de mesures de la distance SV où S est le centre de masse du Soleil et V celui de Vénus (fiche méthode pp. 504-509 et point numérique pp. 539-544).
- k est le coefficient directeur de la droite modélisant la représentation graphique de $A = f(\Delta t)$ obtenue grâce à la fonction `linregress(x,y)` de la bibliothèque `scipy.stats` qui effectue la régression linéaire du nuage de points de coordonnées (x,y) et renvoie un tableau à 5 valeurs dont la première est le coefficient directeur k de la droite modélisant le nuage de points et la dernière est l'erreur standard associée à k . On admet que cette erreur standard donne une estimation acceptable de l'incertitude-type $u(k)$ (point numérique pp. 539-544).
- Lorsque M_S est donnée par la relation (1), l'incertitude-type $u(M_S)$ s'écrit :

$$u(M_S) = M_S \times \sqrt{2 \times \left(\frac{u(k)}{k}\right)^2 + \left(\frac{u(G)}{G}\right)^2 + \left(\frac{u(R)}{R}\right)^2} \quad (2).$$

f. Exécuter le programme puis comparer le résultat obtenu à la valeur de référence de la masse du Soleil en discutant des éventuels écarts.

Donnée : d'après l'Union Astronomique Internationale, la valeur de référence pour la masse du Soleil est :

$$M_S = (1,9884 \pm 0,0002) \times 10^{30} \text{ kg}.$$