

TERMINALE SPÉCIALITÉ · PHYSIQUE-CHIMIE · MOUVEMENT ET INTERACTIONS · CHAPITRE 12

Sujet type bac Décrire un mouvement

Deux exercices indépendants : un satellite d'observation, le 100 mètres

Durée : 1 h 30 · calculatrice autorisée · 2 exercices indépendants · barème sur 20



R. RINGUET · 2026 – 2027

Nom : Prénom : Classe : Note : /20

★ CONSIGNES

Les deux exercices sont indépendants et peuvent être traités dans l'ordre choisi par le candidat. Il est rappelé que la qualité de la rédaction, la rigueur scientifique et le respect des unités et des chiffres significatifs entrent pour une part importante dans l'appréciation des copies. Toute expression littérale est établie avant l'application numérique ; toute démarche, même partielle, est valorisée.

Exercice 1 Le satellite d'observation *Aurore-1*

12 pts ●●●

Le satellite d'observation de la Terre *Aurore-1* est placé sur une orbite circulaire basse par un lanceur tirant depuis le Centre spatial guyanais. Cet exercice étudie d'abord le début du vol du lanceur, puis le mouvement du satellite sur son orbite. Tous les mouvements sont décrits dans le référentiel géocentrique, sauf la phase de décollage, étudiée dans le référentiel terrestre.

■ DOCUMENT 1 — Le satellite *Aurore-1* et son orbite

- Orbite circulaire de centre le centre de la Terre, à l'altitude $h = 800 \text{ km}$; rayon de la Terre : $R_T = 6,38 \times 10^3 \text{ km}$.
- Période de révolution : $T = 101 \text{ min}$.
- Masse du satellite : $m = 1,1 \times 10^3 \text{ kg}$.
- Intensité de la pesanteur mesurée au niveau du sol : $g_0 = 9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$.

■ DOCUMENT 2 — Télémessure du début du vol du lanceur

L'altitude z du centre de masse du lanceur, comptée à partir du pas de tir sur un axe vertical ascendant (Oz), est transmise toutes les $\tau = 2,0 \text{ s}$.

$t \text{ (s)}$	0	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0
$z \text{ (m)}$	0	12	48	108	192	300

Partie A — Le début du vol du lanceur

- Donner les coordonnées du vecteur position du centre de masse du lanceur dans le repère $(O; \vec{k})$ à la date $t = 6,0 \text{ s}$, $\vec{k}$ étant le vecteur unitaire vertical ascendant.
- À l'aide du document 2, calculer les valeurs des vitesses du centre de masse aux dates $2,0 \text{ s}$, $4,0 \text{ s}$, $6,0 \text{ s}$ et $8,0 \text{ s}$. On précisera la relation utilisée.
- Montrer que le mouvement du centre de masse est rectiligne uniformément accéléré et que la valeur de l'accélération est $a = 6,0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$. Caractériser complètement le vecteur accélération.
- En déduire les équations horaires $v(t)$ et $z(t)$, puis vérifier la valeur relevée à la date $t = 10,0 \text{ s}$.
- En supposant l'accélération constante, calculer la vitesse et l'altitude qui seraient atteintes à la date $t = 60 \text{ s}$. En réalité, la valeur de l'accélération augmente au cours du vol : proposer une explication.

Partie B — Le satellite sur son orbite

- 1.6** Calculer le rayon r de l'orbite du satellite, en mètres.
- 1.7** Le mouvement du satellite est circulaire uniforme. Établir l'expression de la valeur v de sa vitesse en fonction de r et de T , puis calculer v en $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ et en $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$.
- 1.8** Donner l'expression du vecteur accélération du satellite dans le repère de Frenet, en justifiant la disparition d'un des deux termes. Calculer sa valeur et préciser sa direction et son sens.
- 1.9** Comparer cette valeur à g_0 . Un élève affirme : « les astronautes flottent dans la Station spatiale parce qu'à cette altitude il n'y a plus d'attraction terrestre ». Discuter cette affirmation à l'aide du résultat précédent.
- 1.10** Calculer le nombre de tours effectués par le satellite en 24 h. Le satellite survole-t-il le même point de l'équateur chaque jour à la même heure ? Justifier.
- 1.11** (Ouverture sur le chapitre suivant.) En admettant que la somme des forces extérieures appliquées au satellite vérifie $\sum \vec{F} = m \vec{a}$, calculer la valeur de cette somme et préciser sa direction et son sens.

Partie C — Une simulation du mouvement orbital

```

1 import numpy as np
2 import matplotlib.pyplot as plt
3
4 T = 6060.0                # periode, en s
5 r = 7.18e6                # rayon de l'orbite, en m
6
7 t = np.linspace(0, T, 21) # 21 dates sur une periode
8 dt = t[1] - t[0]
9 x = r * np.cos(2*np.pi*t/T)
10 y = r * np.sin(2*np.pi*t/T)
11
12 vx = (x[2:] - x[:-2]) / (2*dt)
13 vy = (y[2:] - y[:-2]) / (2*dt)
14
15 plt.plot(x, y)
16 plt.quiver(x[1:-1], y[1:-1], vx, vy)
17 plt.axis("equal")
18 plt.show()

```

- 1.12** Quelle est la valeur de dt ? Quelle est la nature de la courbe tracée par la ligne 15 ? Expliquer les formules des lignes 12 et 13 et indiquer combien de vecteurs vitesse sont tracés.
- 1.13** Écrire les lignes de programme qui calculent le tableau v des valeurs de la vitesse, puis affichent leur moyenne. L'exécution donne $7,32 \times 10^3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$: comparer à la valeur trouvée à la question 1.7 et expliquer l'origine du léger écart.

Exercice 2 Le 100 mètres

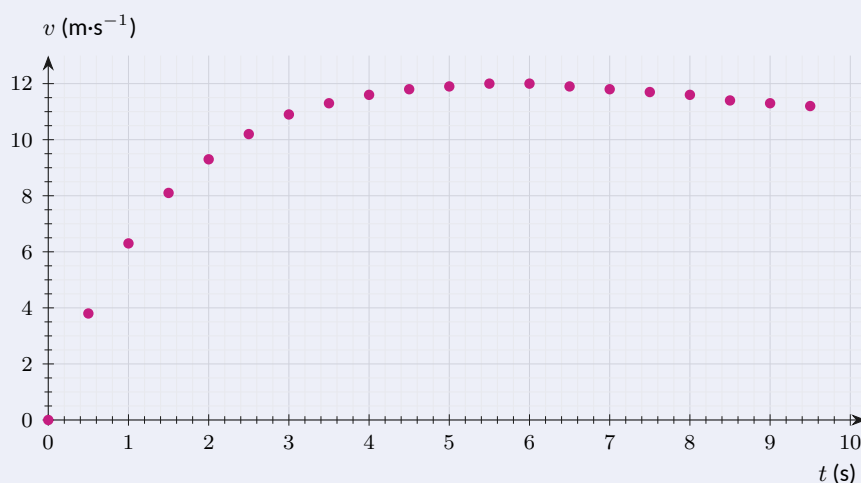
8 pts ●●○

Lors d'une finale d'athlétisme, des cellules photoélectriques relèvent l'instant de passage d'un sprinteur tous les 10 m, tandis qu'un radar mesure la valeur de la vitesse de son centre de masse tout au long de la course. Le mouvement est étudié dans le référentiel terrestre ; le centre de masse est supposé se déplacer en ligne droite. La masse du sprinteur est $m = 78 \text{ kg}$.

DOCUMENT 3 — Instants de passage aux repères de piste

$d \text{ (m)}$	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
$t \text{ (s)}$	0	1,84	2,85	3,75	4,61	5,45	6,28	7,13	7,98	8,86	9,75

■ DOCUMENT 4 — Enregistrement radar de la vitesse



Valeur de la vitesse du centre de masse du sprinteur, mesurée toutes les 0,5 s.

■ **DONNÉES** Incertitude-type composée d'une différence : $u(A - B) = \sqrt{u(A)^2 + u(B)^2}$ si A et B sont indépendantes • écart normalisé $z = |x_1 - x_2| / u(x_1)$, les deux valeurs étant compatibles si $z < 2$

- 2.1 Calculer la valeur de la vitesse moyenne du sprinteur sur l'ensemble de la course, en $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ puis en $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$.
- 2.2 À l'aide du document 3, calculer la valeur de la vitesse moyenne sur les tronçons 0 m à 10 m, 50 m à 60 m et 90 m à 100 m. Sur quel tronçon de 10 m la course est-elle la plus rapide ?
- 2.3 À l'aide du document 4, distinguer trois phases dans le mouvement du centre de masse et nommer précisément le mouvement de la phase centrale.
- 2.4 Déterminer la valeur moyenne de l'accélération du centre de masse entre $t = 0$ et $t = 1,0$ s, puis l'exprimer en multiples de $g_0 = 9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$.
- 2.5 Déterminer de même la valeur moyenne de l'accélération entre $t = 4,0$ s et $t = 6,0$ s. Ce résultat est-il cohérent avec la réponse à la question 2.3 ?
- 2.6 La distance parcourue entre deux dates est égale à l'aire située sous la courbe $v(t)$ entre ces deux dates. Estimer, à partir du document 4, la distance parcourue pendant les 1,84 s qui suivent le départ et comparer au document 3. Conclure quant à la cohérence des deux enregistrements.
- 2.7 Les cellules photoélectriques donnent chaque instant de passage avec une incertitude-type $u(t) = 0,010$ s. Pour le tronçon 50 m à 60 m, justifier que $u(\Delta t) = \sqrt{2} u(t)$; puis, en admettant que $\frac{u(v)}{v} = \frac{u(\Delta t)}{\Delta t}$ (la longueur du tronçon est connue avec une incertitude négligeable), calculer $u(v)$ et écrire le résultat de la mesure sous la forme $v \pm u(v)$. Le radar indique $12,0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ au milieu de ce tronçon : calculer l'écart normalisé et conclure.
- 2.8 (Ouverture sur le chapitre suivant.) En admettant que la somme des forces extérieures appliquées au sprinteur vérifie $\sum \vec{F} = m \vec{a}$, calculer la valeur de cette somme pendant la première seconde de course, puis la comparer au poids du sprinteur.
- 2.9 Le record du monde de la discipline est de 9,58 s. Calculer la vitesse moyenne correspondante, puis l'écart relatif avec celle du sprinteur étudié. Commenter.