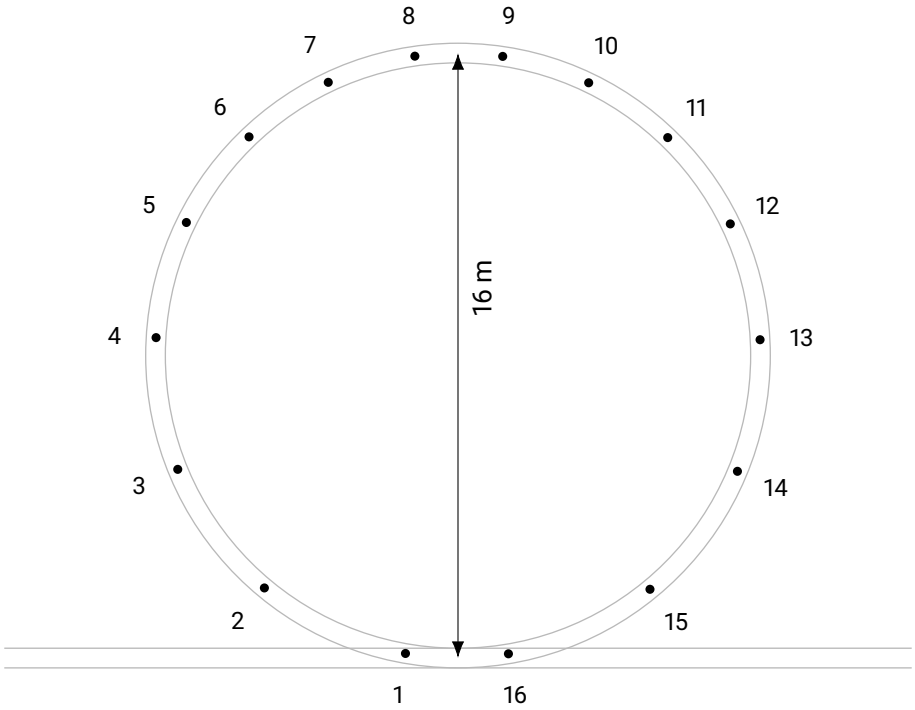
Calculatrice autorisée

Les réponses doivent être justifiées et chaque calcul précédé d'une expression littérale.

Exercice 1 : Étude d'un looping

10 points

Le mouvement du train d'un manège à sensations a été enregistré au cours d'un looping. La chronophotographie ci-dessous a été obtenue en enregistrant les positions du centre T du train toutes les $0{,}20\,\text{s}$. Le train arrive par la droite au bas de la boucle, monte par la gauche, passe en haut puis redescend par la droite.



Donnée : périmètre d'un cercle de rayon R : $p = 2\pi R$.

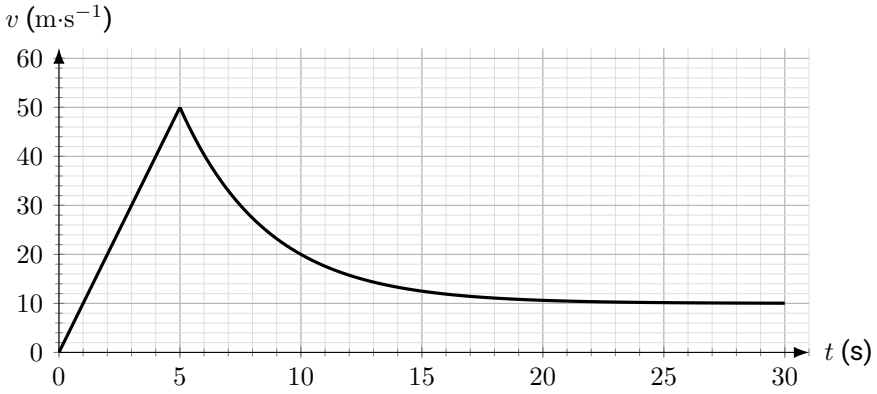
1) Quel est le système étudié ?
2) Dans quel référentiel le système étudié serait-il immobile ? Quel référentiel est-il préférable de choisir pour étudier son mouvement ?
3) À partir de la chronophotographie, donner, sans justifier, la nature du mouvement du système étudié entre les positions 1 et 8.
4) Exprimer, puis calculer, la valeur de la vitesse du système étudié au point 2. Détailler les mesures et les calculs effectués.
5) Donner les caractéristiques du vecteur vitesse $\vec{v}_2$ au point 2.
6) Tracer le vecteur vitesse $\vec{v}_2$ sur la chronophotographie (à compléter sur le sujet), avec pour échelle : $1{,}0\,\text{cm}$ pour $10\,\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$.
7) Estimer la vitesse moyenne du train lors de ce looping. Expliquer la démarche et écrire les calculs effectués.

Exercice 2 : Saut en parachute

10 points

Depuis un hélicoptère momentanément immobile dans le ciel, un parachutiste se laisse tomber. Dans tout l'exercice, on supposera sa chute verticale.

Le **graphe 1** ci-dessous représente la vitesse du parachutiste en fonction du temps pendant les 30 premières secondes de sa chute, à partir de l'instant où il quitte l'hélicoptère.



Graphe 1 : vitesse du parachutiste au cours du temps

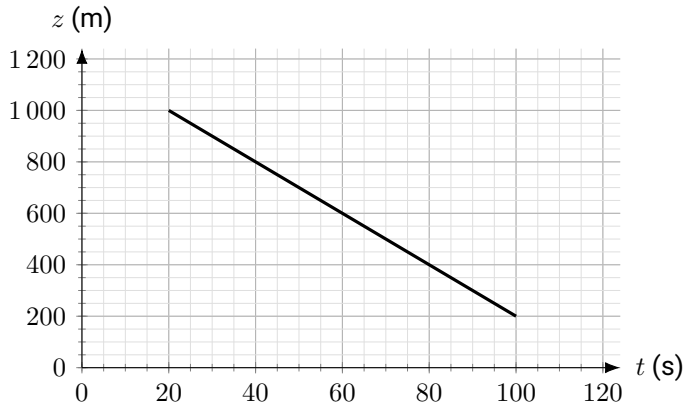
1) Le mouvement peut être décomposé en trois phases. Pour chacune d'elles, donner, sans justifier, l'intervalle de temps correspondant (la fin de la troisième phase n'est pas visible sur le graphe 1) et la nature du mouvement.

2) Pourquoi peut-on affirmer que, lors des premières secondes de la chute, la vitesse et le temps sont proportionnels ?

3) Déterminer l'équation mathématique précise qui décrit l'évolution de la vitesse en fonction du temps lors des premières secondes de la chute. Le calcul du coefficient directeur devra être détaillé.

4) La vitesse d'un mobile dans l'air est dite supersonique si elle est supérieure à la vitesse du son dans l'air. Sachant que la vitesse du son dans l'air à l'altitude du saut vaut $v_{\text{son}} = 1{,}20 \times 10^3\,\text{km·h}^{-1}$, le parachutiste a-t-il atteint une vitesse supersonique ? Justifier.

5) Le **graphe 2** ci-dessous représente l'évolution de l'altitude z du parachutiste en fonction du temps, après l'ouverture du parachute, lorsque sa vitesse est devenue constante. Cette vitesse constante est appelée vitesse limite.



Graphe 2 : altitude du parachutiste au cours du temps

a. Retrouver, à l'aide de ce graphique, la valeur de la vitesse limite du parachutiste. Expliquer la démarche et écrire les calculs effectués.

b. Le résultat obtenu est-il en accord avec le graphe 1? Expliquer rapidement.