NOM : **PRÉNOM :** **CLASSE :**

Le sujet est à rendre avec la copie

Mouvements de skateurs

Le skateboard a fait sa grande entrée aux JO d'été de Tokyo de 2020 avec deux épreuves : le *bowl* et le *street*. Ce sport est maintenu pour les JO d'été de Paris en 2024 où l'on assistera notamment à l'entrée très attendue des épreuves de *breakdance*.
Dans cet exercice, certaines caractéristiques de trois mouvements de skateurs sont étudiées dans le référentiel terrestre considéré comme galiléen.

Les trois parties de cet exercice sont indépendantes

PARTIE 1. MOUVEMENT DE *HOLY*

On souhaite étudier le mouvement d'un skateur réalisant une figure appelée ***holy*** (Figure 1 ci-dessous). Par souci de simplification, le mouvement d'un seul point du skateur va être étudié au cours du temps.

Les positions de trois points du skateur sont relevées dans un repère (O, x, y) (Figure 2 ci-dessous) :

- un point derrière la tête du skateur ;
- un point derrière le genou droit du skateur ;
- un point derrière le talon gauche du skateur.

Figure 1 : Chronophotographie du mouvement du skateur

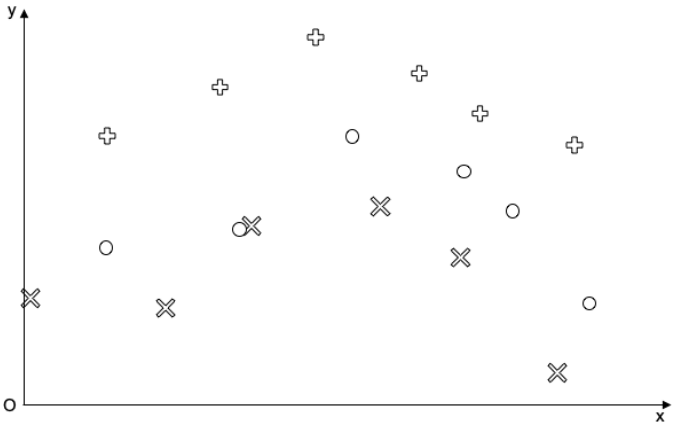


Figure 2 : Modélisation de la figure 1 en suivant 3 points différents

Dans la suite de l'étude, on choisit cependant de modéliser le mouvement du skateur par un seul point correspondant à l'ensemble « skateur + planche de skate ». La chronophotographie précédente devient dans le même repère (O, x, y) :

Figure 3 : Modélisation de la figure 1 en suivant un seul point

Q1. (0,5 point) À quel point du corps du skateur correspond le point choisi dans la figure 3 ?

Q2. (0,5 point) Justifier que ce choix d'un seul point de référence entraîne une perte d'informations.

PARTIE 2. PRISE D'ÉLAN

On modélise maintenant la ***prise d'élan*** d'une skateuse sur un sol horizontal. Le système étudié est un point M correspondant à l'ensemble « skateuse + planche de skate », représenté sur la figure 4 ci-contre. On considère qu'à la date $t = 0$ s, la skateuse est immobile et qu'elle se met mouvement.
Les six premières positions du point M sont relevées tous les $\Delta t = 0{,}50\ s$.
Sur le schéma ci-dessous, 2,0 cm sur la feuille correspondent à 1,0 m dans la réalité.

Figure 4 :

Skateuse en phase de prise d'élan

Figure 5 : Chronophotographie du mouvement de la skateuse

On cherche à mettre en évidence la nécessité d'introduire le vecteur vitesse instantanée d'un système au cours du mouvement pour décrire le mouvement de la skateuse.

Q3. (1 point) Décrire le mouvement du système.
Q4. (1,5 points) Montrer que la valeur v_m de la vitesse moyenne du point M sur le parcours est de 2,5 m.s^{-1}.
Q5. (1 point) Représenter le vecteur vitesse moyenne $\overrightarrow{v_m}$ au point M_5 en prenant pour échelle 1,0 cm pour 1,0 m.s^{-1}.
Q6. (1,5 points) Déterminer la valeur v_1 de la vitesse instantanée du système au point M_1 puis la valeur v_4 de la vitesse instantanée du système au point M_4.
Q7. (1 point) Représenter les vecteurs vitesse instantanée $\overrightarrow{v_1}$ et $\overrightarrow{v_4}$ en prenant pour échelle 1,0 cm pour 1,0 m.s^{-1}.
Q8. (0,5 point) Justifier l'intérêt d'étudier le vecteur vitesse instantanée du système au cours du mouvement lors de l'étude des mouvements non uniformes.

PARTIE 3. MODÉLISATION DES ACTIONS MÉCANIQUES LORS D'UN *BOARDSLIDE*

Pour réaliser un ***Boardslide***, le skateur doit arriver presque parallèle à une poutre horizontale, appelée « barre de slide » avec suffisamment de vitesse. Il doit passer les roues avant de sa planche de skate par-dessus la barre puis plaquer le milieu de la planche en équilibre sur la barre. Une fois la planche posée, son corps doit se situer au-dessus de la barre, en équilibre et légèrement sur l'arrière. Si tout va bien, la planche glisse et le skate reste bien à plat au-dessus de la barre.

D'après *https://skateboard-academy.com/boardslide.html*

On modélise le système {skateuse + planche de skate} par un point. Le système glisse sur la barre de slide à vitesse constante. On modélise les actions mécaniques exercées sur le système par trois forces :

- le poids $\vec{P}$;
- la réaction de la barre de slide $\vec{R}$;
- la force de frottements $\vec{f}$.

Données :

- intensité de pesanteur g = 10 N.kg^{-1} ;
- masse du système m = 44 kg ;
- échelle pour les valeurs de force : 1,0 cm pour 200 N.

Q9. (0,5 point) Calculer la valeur P du poids du système.
Q10. a. (1 point) Parmi les schémas A, B et C, choisir, en justifiant ce choix, le seul schéma qui modélise correctement les actions mécaniques qui s'exercent sur le système.
Q10. b. (1 point) Déterminer, en explicitant la démarche suivie, la valeur R de la force de réaction de la barre de slide et la valeur f de la force de frottements.

Schéma A :

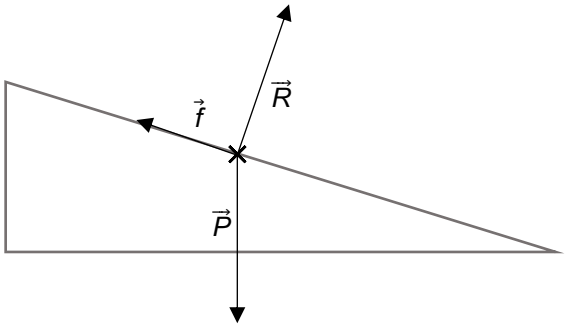


Schéma B :

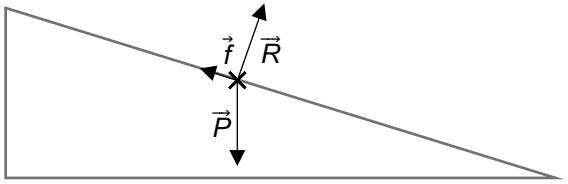
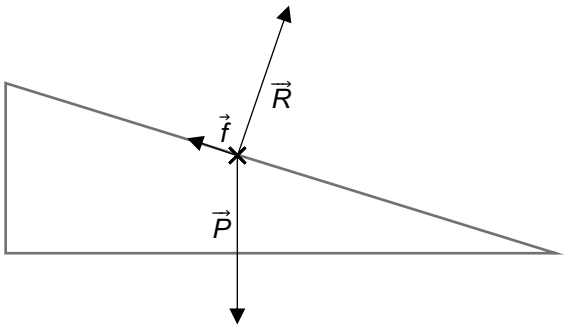
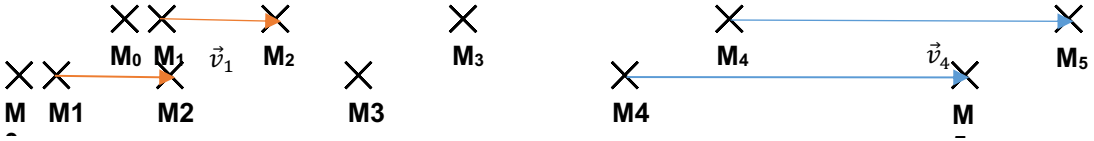


Schéma C :



<table>
<tr><th>Question</th><th>Tâche</th><th>Niveau difficulté</th><th>Compétence évaluée</th><th>Réponse attendue</th><th>Évaluation-Notation</th></tr>
<tr><td>Q1</td><td>Simple</td><td>1</td><td>ANALYSER</td><td>La tête du skateur. (on pourra compter aussi le centre de masse si l'élève y a pensé bien que ce ne soit pas spécifiquement au programme de seconde)</td><td>0,5</td></tr>
<tr><td>Q2</td><td>Simple</td><td>1</td><td>ANALYSER</td><td>En se limitant à un point, on perd toute information liée au mouvement des bras et des jambes par exemple. On considère que le système est un solide indéformable, ce qui n'est pas le cas.</td><td>0,5</td></tr>
<tr><td>Q3</td><td>Simple</td><td>1</td><td>RESTITUTION DE CONNAISSANCE</td><td>Le mouvement est rectiligne (trajectoire en ligne droite) accéléré, en effet deux positions successives sont de plus en plus éloignées au fur et à mesure du mouvement alors que la durée les séparant reste la même.</td><td>1</td></tr>
<tr><td>Q4</td><td>Simple</td><td>2</td><td>ANALYSER
RÉALISER</td><td>On a $v_m = \frac{d}{\Delta t}$
Δt = 5 intervalles de temps = 5 x 0,50 = 2,5 s

d obtenue avec utilisation de l'échelle du document : $d = M_0M_5$
Papier - réalité
2 cm 1 m
12,5 cm d
On a d = 6,25 m
D'où : $v_m = \frac{d}{\Delta t} = \frac{6{,}25m}{2{,}5s} = 2{,}5\ m.s^{-1}$</td><td>1,5</td></tr>
<tr><td>Q5</td><td>Simple</td><td>1</td><td>RÉALISER</td><td>Le vecteur vitesse moyenne $\vec{v}_m$:
- origine : M_5 ;
- direction : celle du mouvement
- sens : celui du mouvement
norme : $\|\vec{v}_m\| = 2{,}5\ m.s^{-1}$ soit 2,5 cm pour la longueur de la flèche représentant le vecteur.</td><td>1</td></tr>
<tr><td>Q6</td><td>Simple</td><td>2</td><td>ANALYSER
RÉALISER</td><td>Détermination de la valeur de la vitesse instantanée par la même méthode qu'à la Q5. Méthode des points consécutifs avec utilisation de l'échelle du document.
<table>
<tr><th>M_iM_{i+1} (cm sur le papier)</th><th>M_iM_{i+1} (m en réalité)</th><th>Δt (s)</th><th>v_i ($m.s^{-1}$)</th></tr>
<tr><td>M_1M_2 = 1,5 cm</td><td>0,75 m</td><td>0,50 s</td><td>v_1 = 1,5 $m.s^{-1}$</td></tr>
<tr><td>M_4M_5 = 4,5 cm</td><td>2,25 m</td><td>0,50 s</td><td>v_4 = 4,5 $m.s^{-1}$</td></tr>
</table></td><td>1,5</td></tr>
<tr><td>Q7</td><td>Simple</td><td>1</td><td>REALISER</td><td>
<table>
<tr><th></th><th>$\vec{v}_1$</th><th>$\vec{v}_4$</th></tr>
<tr><td>Origine</td><td>M_1</td><td>M_4</td></tr>
<tr><td>Direction</td><td>celle du mouvement</td><td>celle du mouvement</td></tr>
<tr><td>Sens</td><td>celui du mouvement</td><td>celui du mouvement</td></tr>
<tr><td>Norme</td><td>$\|\vec{v}_1\| = 1{,}5m.s^{-1}$ soit 1,5 cm</td><td>$\|\vec{v}_4\| = 4{,}5m.s^{-1}$ soit 4,5 cm</td></tr>
</table></td><td>1</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td> 
</td><td></td></tr>
<tr><td>Q8</td><td>Simple</td><td>1</td><td>ANALYSER</td><td>Lors d’un mouvement non uniforme, le vecteur vitesse du système n’est pas constant. L’évolution du vecteur vitesse instantanée du système apportera davantage d’informations sur le fait que le mouvement est ralenti ou accéléré.</td><td>0,5</td></tr>
<tr><td>Q9</td><td>Simple</td><td>1</td><td>REALISER</td><td>$P = m.g$ = 44 x 10 = 440 N</td><td>0,5</td></tr>
<tr><td>Q10.a.</td><td>Simple</td><td>2</td><td>ANALYSER</td><td>D’après le principe d’inertie, le système ayant un mouvement rectiligne uniforme, les forces exercées sur lui se compensent. On détermine donc sur quel schéma la somme des trois vecteurs est nulle. C’est le schéma B ou C. La longueur du vecteur poids permet de trancher pour le schéma C (car d’après l’échelle le poids doit être représenté par un vecteur de 440/200 = 2,2cm)</td><td>1</td></tr>
<tr><td>Q10.b.</td><td>Complexe</td><td>3</td><td>ANALYSER
REALISER</td><td>Utilisation de l’échelle des vecteurs force (1,0 cm pour 200 N) et mesure de la longueur des deux vecteurs
<table>
<tr><th>Vecteur</th><th>Longueur du vecteur (cm)</th><th>Norme (N)</th></tr>
<tr><td>$\vec{R}$</td><td>2,0 cm</td><td>400 N</td></tr>
<tr><td>$\vec{f}$</td><td>0,6 cm</td><td>120 N</td></tr>
</table></td><td>1</td></tr>
</table>