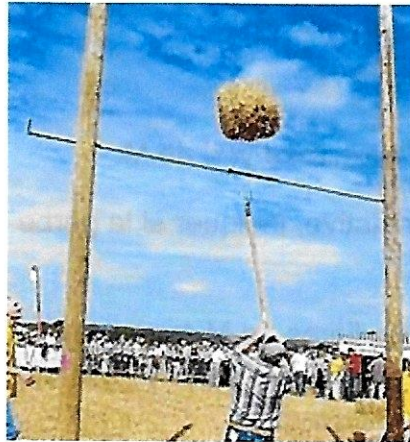


EXERCICE 1 COMMUN À TOUS LES CANDIDATS

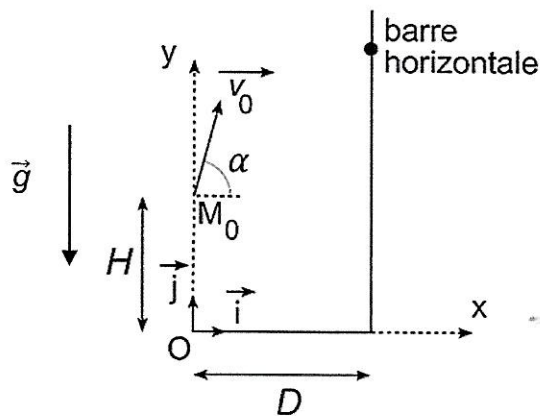
UN SPORT TRADITIONNEL : LE LANCER DE GERBE DE PAILLE (10 POINTS)

Le lancer de gerbe de paille est une activité sportive, issue du domaine agricole, qui se pratique aujourd'hui en compétition. Le but du jeu est de lancer, à l'aide d'une fourche, une gerbe de paille, assimilable à un parallépipède rectangle de longueur 0,60 m, de largeur 0,40 m et d'épaisseur 0,40 m, au-dessus d'une barre horizontale placée à une hauteur bien précise.



A. Étude du lancer

On modélise la situation en compétition de la manière suivante :



Les échelles de longueur ne sont pas respectées sur le schéma.

- La gerbe de paille de masse $m = 7,257$ kg est assimilée à un point matériel M, correspondant au centre masse.
- À l'instant initial, M se trouve au point M_0 tel que $OM_0 = H = 2,80$ m.
- Le lanceur se trouve à la distance $D = 2,0$ m de la base des supports de la barre horizontale.
- L'étude débute à $t = 0$ quand la gerbe de paille vient de quitter la fourche (au point M_0) avec une vitesse initiale représentée par le vecteur vitesse \vec{v}_0 incliné d'un angle $\alpha = 80^\circ$ par rapport à l'horizontale. La valeur de la vitesse initiale est $v_0 = 9,0$ m·s⁻¹.
- On suppose que la trajectoire de M s'effectue dans le plan xOy.
- La barre horizontale est à une hauteur de 4,50 m par rapport au sol.
- L'action de l'air est négligée.
- Le champ de pesanteur, considéré comme uniforme, vaut $g = 9,8$ m·s⁻².

Exercice 1 (obligatoire)

On étudie le mouvement de M dans le référentiel terrestre dont le repère xOy est défini sur le schéma introductif.

A.1. Utiliser la deuxième loi de Newton pour déterminer les coordonnées $a_x(t)$ et $a_y(t)$ du vecteur accélération de M.

A.2. Montrer que les équations horaires du mouvement de M s'expriment sous la forme :

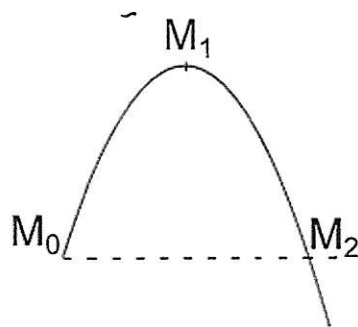
$$x(t) = v_0 \cdot t \cdot \cos \alpha$$

$$y(t) = -\frac{1}{2} g \cdot t^2 + v_0 \cdot t \cdot \sin \alpha + H$$

A.3. En déduire l'équation de la trajectoire $y(x)$ de M.

A.4. À l'aide d'une analyse quantitative, indiquer si la gerbe de paille franchira, ou pas, la barre horizontale.

On s'intéresse à trois positions particulières de M sur sa trajectoire parabolique : la position initiale M_0 , le point M_1 au sommet de la trajectoire et le point M_2 à la même hauteur que M_0 par lequel passe M lors de la phase descendante du mouvement.



L'énergie potentielle de pesanteur est choisie nulle au niveau du sol.

A.5. Calculer la valeur de l'énergie cinétique et celle de l'énergie potentielle de pesanteur du système en M_0 .

A.6. Indiquer par un raisonnement détaillé si chacune des trois propositions suivantes est vraie, ou fausse, lorsque l'on néglige l'action de l'air.

Proposition I : l'énergie mécanique est maximale en M_0 .

Proposition II : l'énergie cinétique est nulle en M_1 .

Proposition III : l'énergie cinétique en M_2 est inférieure à l'énergie cinétique en M_0 .

En réalité, l'action de l'air ne peut pas être négligée.

A.7. Indiquer par un raisonnement détaillé si chacune des trois propositions de la question **A.6.** reste vraie, ou fausse, lorsqu'on ne néglige plus l'action de l'air.