

MODÉLISATION DE MOUVEMENTS DANS UN CHAMP GRAVITATIONNEL

L'objectif de cette activité est d'apprendre à utiliser la 2^{ème} loi de Newton pour modéliser des mouvements dans un champ gravitationnel uniforme . . .



Saut de Felix Baumgartner

1) Modélisation d'un mouvement de chute libre :

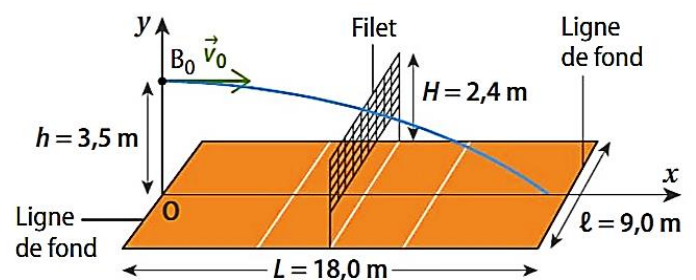
Felix Baumgartner est un parachutiste et sauteur extrême autrichien qui a battu le record du monde du saut le plus haut (38 969 m), devenant le premier à dépasser le mur du son en chute libre. Le 14 octobre 2012, il s'élance depuis sa nacelle dans une chute libre de 4min19s et 36403 m, atteignant la vitesse de 1343 km/h au bout de 45s. Il ouvre son parachute à 2 567 m d'altitude et se pose sans encombre après une chute totale de 9min3s .

- Q1.** En appliquant la 2^{ème} loi de Newton dans le référentiel terrestre supposé galiléen, déterminer les coordonnées du vecteur accélération du système { Felix ; équipement } lors de sa chute libre.
- Q2.** En vous aidant de la définition des vecteurs accélération et vitesse, déterminer les équations horaires $v_y(t)$ et $y(t)$.
- Q3.** Exploiter les équations horaires pour déterminer la vitesse atteinte par Felix au bout de 45s de chute.
- Q4.** Comparer la valeur obtenue en Q3 avec l'énoncé et proposer une explication pour justifier cet écart.
Aide : en physique, on parle de chute libre lorsqu'un système n'est soumis qu'à son poids.

2) Modélisation d'un service au volleyball :

Au volley-ball, le service smashé est le type de service pratiqué le plus fréquemment par les professionnels : le serveur doit se placer un peu après la limite du terrain, lancer très haut son ballon, effectuer une petite course d'élan, puis sauter pour frapper la balle.

Après la course d'élan, le serveur saute de façon à frapper le ballon en un point B_0 situé à la hauteur h au-dessus de la ligne de fond du terrain. La hauteur h désigne alors l'altitude initiale du centre du ballon. Le vecteur vitesse initiale \vec{v}_0 du ballon est horizontal et perpendiculaire à la ligne de fond du terrain.



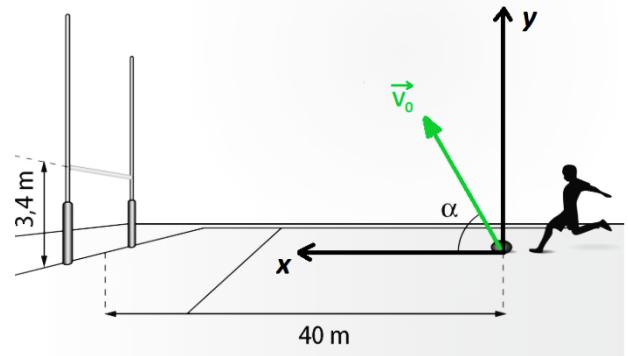
- Q5.** En appliquant la 2^{ème} loi de Newton dans le référentiel terrestre supposé galiléen, déterminer les coordonnées du vecteur accélération du système { ballon } lors d'un service smashé (frottements de l'air supposés négligeables).
- Q6.** En vous aidant de la définition du vecteur accélération, déterminer les équations horaires $v_x(t)$ et $v_y(t)$.
- Q7.** En vous aidant de la définition du vecteur vitesse, déterminer les équations horaires $x(t)$ et $y(t)$ puis en déduire l'équation de la trajectoire $y = f(x)$.
- Q8.** En admettant que le ballon franchisse le filet, vérifier qu'il touche le sol avant la ligne de fond.

Donnée : $v_0 = 21 \text{ m.s}^{-1}$

3) Modélisation d'un mouvement de ballon au rugby :

Au rugby, les points marqués grâce aux pénalités ou aux transformations prennent une importance parfois capitale dans certains matchs très serrés au niveau du score.

Étudions les caractéristiques d'un coup de pied. Le ballon est posé au sol à 40 m des poteaux. Lors de la frappe, il acquiert une vitesse v_0 et il s'élève en faisant un angle $\alpha = 55^\circ$ par rapport à l'horizontale. Pour que les points soient marqués, le ballon doit passer au-dessus de la barre transversale, qui est à une hauteur de 3,4 m par rapport à la pelouse.



- Q9.** Dans le repère (Oxy), exprimer les coordonnées du vecteur vitesse \vec{v}_0 en fonction de sa norme v_0 et de α .
- Q10.** En appliquant la 2^{ème} loi de Newton dans le référentiel terrestre supposé galiléen, déterminer les coordonnées du vecteur accélération du système { ballon } lors du mouvement (frottements de l'air supposés négligeables).
- Q11.** En vous aidant de la définition du vecteur accélération, déterminer les équations horaires $v_x(t)$ et $v_y(t)$.
- Q12.** En vous aidant de la définition du vecteur vitesse, déterminer les équations horaires $x(t)$ et $y(t)$ puis en déduire l'équation de la trajectoire $y = f(x)$.
- Q13.** En vous aidant de l'équation de la trajectoire, déterminer la valeur minimale de la vitesse initiale à donner au ballon afin que la pénalité soit réussie.
- Q14.** Si le joueur ne peut donner une telle vitesse au ballon, sur quel autre paramètre peut-il agir au moment de la frappe ?