

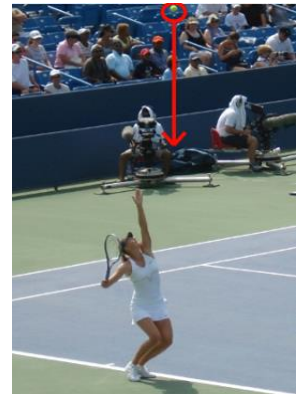
TP de Physique (Chapitre ECT3) : Service au tennis

(Temps maximum : 1h20)

Lors d'un match de tennis, le service est le coup permettant de mettre en jeu la balle et de débiter le point. C'est un coup important qui permet souvent de prendre l'avantage sur son adversaire. Certains joueurs lancent la balle très haut, parfois à plus de deux mètres de leur main, avant de la frapper quand elle est en phase descendante.

Sur le forum d'un site Internet dédié au tennis, un internaute propose une hypothèse : un lancer de balle très haut permettrait d'obtenir une vitesse de balle au service nettement plus importante.

Le but de cette épreuve est d'effectuer l'étude énergétique d'une balle de tennis au cours d'un lancer, puis de confirmer ou d'infirmer l'hypothèse proposée par l'internaute.

**INFORMATIONS:****Grandeurs énergétiques**

- $E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$: l'énergie cinétique du système ponctuel de masse m et de vitesse v ;
- $E_{pp} = m \cdot g \cdot y$: l'énergie potentielle de pesanteur du système, où $E_p = 0$ J pour $y = 0$ m, à l'origine O du repère, g : la valeur de l'intensité de la pesanteur : $g = 9,8 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$, y : l'ordonnée de G dans le repère choisi.
- $E_m = E_c + E_{pp}$: l'énergie mécanique du système est égale à la somme de son énergie cinétique et de son énergie potentielle de pesanteur.

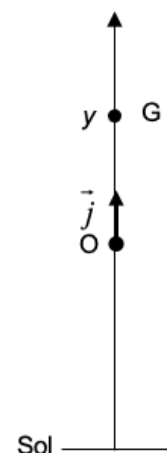
Les unités des différentes grandeurs sont celles du système international d'unités.

Modélisation de la situation

- Le système étudié est la balle de tennis de masse $m = 58 \text{ g}$ modélisée par son centre de masse G .
- Le référentiel d'étude est le référentiel terrestre supposé galiléen.

Le mouvement de G , dans le champ de pesanteur terrestre, est supposé rectiligne vertical. Les positions successives de G sont repérées dans un repère à une dimension ($O, \vec{j}$) muni d'un axe (Oy) orienté vers le haut. Le point O , origine du repère, coïncide avec la balle lorsqu'elle quitte la main du joueur de tennis.

On considère pour simplifier que la balle est frappée par la raquette lorsqu'elle repasse par le point O en phase descendante.



Coordonnée du vecteur vitesse

On repère les positions de G à intervalle de temps Δt régulier.

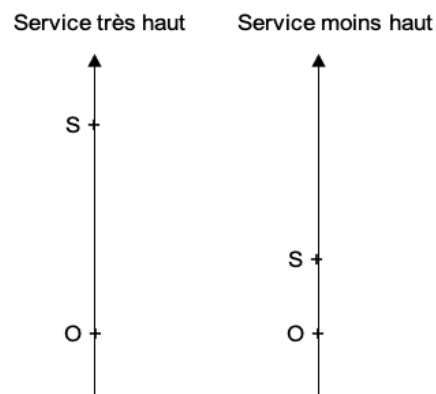
Notons y_i la coordonnée du point G_i à l'instant t_i et v_{yi} la coordonnée du vecteur vitesse $\vec{v}_i$ à ce même instant.

En méthode dite « centrée » on a : $v_{yi} = \frac{y_{i+1} - y_{i-1}}{t_{i+1} - t_{i-1}}$

avec y_{i+1} : coordonnée du point G_{i+1} à l'instant $t_{i+1} = t_i + \Delta t$ et y_{i-1} : coordonnée du point G_{i-1} à l'instant $t_{i-1} = t_i - \Delta t$

TRAVAIL À EFFECTUER :**1/ Etude d'un service très haut** (30 minutes conseillées)

Un enregistrement vidéo du lancer vertical d'une balle de tennis, intitulé « lancer_1 » simulant un service très haut est à disposition sur l'ordinateur. Au cours de ce lancer, la hauteur entre la main lorsqu'elle lâche la balle au point O (image N°4) et le sommet S de la trajectoire de la balle (image N°21) est de 2 m.



- Visualiser la vidéo « lancer_1 ».
- À l'aide du logiciel Iatis pro et de la vidéo « lancer_1 », repérer les positions successives du centre d'inertie de la balle à partir de l'image N°4. Arrêter le pointage lorsque la balle revient à son altitude de départ (image N°39).
L'origine O du repère doit coïncider avec la balle lorsqu'elle quitte la main (image N°4).
- Dans la partie tableur, afficher les positions de la balle « Mouvement Y » et « Temps ».
- À l'aide des fonctionnalités du logiciel, créer les grandeurs :
 - v_{yi} ;
 - E_c ;
 - E_{pp} ;
 - E_m ;
- Visualiser dans la même fenêtre l'allure des trois courbes $E_c = f(t)$, $E_{pp} = f(t)$ et $E_m = f(t)$.
- Modéliser la courbe $E_m = f(t)$ et indiquer l'équation de modélisation obtenue.

.....

APPEL n°1		
	Appeler le professeur pour lui présenter les graphiques ou en cas de difficulté	

1.1/ Relever la valeur de l'énergie cinétique finale c'est-à-dire l'énergie cinétique de l'avant dernier point que l'on notera $E_c(\text{finale})$.

$E_c(\text{finale}) = \dots\dots\dots$

1.2/ Que dire de la variation de l'énergie mécanique du système lors de son mouvement ? Conclure quant aux forces qui s'appliquent sur le système.

.....

.....

.....

.....

2/ Etude d'un service moins haut (20 minutes conseillées)

Une deuxième vidéo a été utilisée pour simuler un service moins haut. Le pointage de la balle a été réalisée dans les mêmes conditions que dans la vidéo « lancer_1 ».

Les résultats du pointage sont indiqués ci-contre :

- Dans la partie tableur de latis pro, créer deux nouvelles grandeurs notées t' et y' puis recopier les valeurs obtenues lors du pointage du service moins haut.
 - À l'aide des fonctionnalités du logiciel, créer les grandeurs :
 - v_{yi}' ;
 - E_c' ;
 - E_{pp}' ;
 - E_m' ;
 - Visualiser dans la même fenêtre l'allure des trois courbes $E_c' = f(t)$, $E_{pp}' = f(t)$ et $E_m' = f(t)$.
 - Modéliser la courbe $E_m' = f(t)$ et indiquer l'équation de modélisation obtenue.
-

t'	y'
(en s)	(en m)
0,00	0,00
0,04	0,11
0,08	0,21
0,12	0,29
0,16	0,35
0,20	0,40
0,24	0,44
0,28	0,46
0,32	0,46
0,36	0,44
0,40	0,42
0,44	0,37
0,48	0,31
0,52	0,23
0,56	0,14
0,60	0,03

APPEL n°2



Appeler le professeur pour lui présenter les graphiques ou en cas de difficulté



2.1/ Relever la valeur de l'énergie cinétique finale c'est-à-dire l'énergie cinétique de l'avant dernier point que l'on notera $E_c(\text{finale})'$.

$E_c(\text{finale})' = \dots\dots\dots$

3/ Exploitation des résultats (20 minutes conseillées)

3.1/ Dédurre des questions 1.1/ et 2.1/ si le fait de lancer une balle de tennis plus haut permet ou pas à la balle d'atteindre une vitesse plus grande lorsqu'elle revient à son altitude initiale en phase descendante. Justifier sans calcul.

.....

.....

.....

.....

.....

3.2/ Proposer une explication en interprétant les courbes tracées représentant les variations des énergies cinétique et potentielle en fonction du temps, l'énergie mécanique étant supposée constante.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3.3/ Le joueur, pour servir, frappe la balle au point O avec sa raquette. La vitesse de la balle est alors mesurée à $150 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. Calculer l'énergie cinétique de la balle juste après le service.

.....

.....

.....

.....

.....

3.4/ Comparer cette énergie cinétique avec les énergies cinétiques $E_c(\text{finale})$ et $E_c(\text{finale})'$ qu'avait la balle juste avant d'être frappée dans les deux cas étudiés.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3.5/ Indiquer si la vitesse de la balle acquise après le service provient principalement de la hauteur du lancer ou de la frappe de la raquette.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....