

**BACCALAURÉAT GÉNÉRAL****Épreuve pratique de l'enseignement de spécialité physique-chimie  
Évaluation des Compétences Expérimentales**

Cette situation d'évaluation fait partie de la banque nationale.

**ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT**

NOM :	Prénom :
Centre d'examen :	n° d'inscription :

Cette situation d'évaluation comporte 4 pages sur lesquelles le candidat doit consigner ses réponses.  
Le candidat doit restituer ce document avant de sortir de la salle d'examen.

Le candidat doit agir en autonomie et faire preuve d'initiative tout au long de l'épreuve.

En cas de difficulté, le candidat peut solliciter l'examineur afin de lui permettre de continuer la tâche.

L'examineur peut intervenir à tout moment, s'il le juge utile.

L'usage de calculatrice avec mode examen actif est autorisé. L'usage de calculatrice sans mémoire « type collègue » est autorisé.

**CONTEXTE DE LA SITUATION D'ÉVALUATION**

Le type de surface pour un terrain de tennis est très important. Il existe des surfaces dites rapides et d'autres plus lentes. Depuis quelques années, la tendance générale est au ralentissement des surfaces dites rapides.

Pour comparer la rapidité de la balle sur des surfaces différentes, il est possible de déterminer le coefficient de restitution qui correspond au rapport de la vitesse après et avant le rebond.



***Le but de cette épreuve est de déterminer le coefficient de restitution lors du rebond d'une balle de tennis.***

**INFORMATIONS MISES À DISPOSITION DU CANDIDAT****Coefficient de restitution**

Le coefficient de restitution, noté  $e$ , est un coefficient physique qui intervient lors de l'étude d'un choc. Il dépend des caractéristiques physiques des matériaux dont sont faits les corps qui entrent en collision.

Le référentiel d'étude est celui du sol.

Ce coefficient  $e$  est défini comme le rapport entre la valeur des vitesses après et avant le choc.

$$\text{coefficient de restitution } (e) = \frac{\text{valeur de la vitesse après le choc}}{\text{valeur de la vitesse avant le choc}}$$

Le rebond d'une balle sur une surface est le mouvement de la balle entre deux chocs successifs avec la surface.

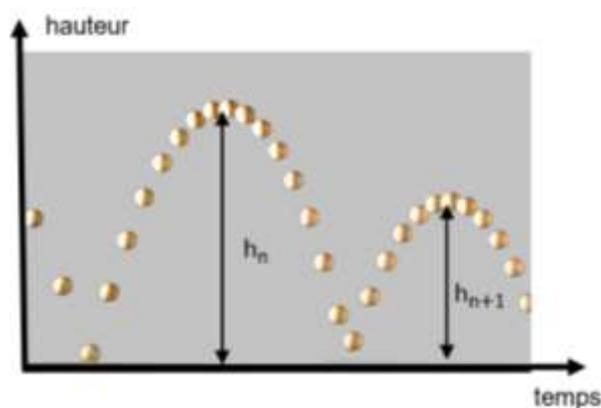
Au cours d'un rebond, on peut supposer la balle en chute libre et donc négliger toute force de frottement. Ainsi, lors de chaque rebond, l'énergie mécanique se conserve.

La valeur du coefficient de restitution  $e$  peut s'obtenir à partir des hauteurs de rebond de l'objet à partir de la relation suivante :

$$e = \sqrt{\frac{h_{n+1}}{h_n}}$$

$h_n$  représente la hauteur d'un rebond.

$h_{n+1}$  représente la hauteur du rebond suivant.

**Expressions de quelques grandeurs**

Vitesse  $v$  d'un point à partir de ses coordonnées  $v_x$  et  $v_y$  :

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$$

Énergie cinétique  $E_c$  :

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

Énergie potentielle de pesanteur  $E_{pp}$  :

$$E_{pp} = m \cdot g \cdot z$$

Énergie mécanique  $E_m$  :

$$E_m = E_c + E_{pp}$$

Avec :

$m$  : la masse en kilogramme

$v$  : la vitesse en mètre par seconde

$z$  : l'altitude en mètre

$g$  : l'intensité de la pesanteur

**Données utiles**

Intensité de la pesanteur :  $g = 9,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

Masse de la balle de tennis :  $m = \dots \text{ g}$

**TRAVAIL À EFFECTUER**

**1. Enregistrement vidéo du mouvement d'une balle de tennis en chute verticale (20 minutes conseillées)**

1.1. Préciser le mouvement à filmer pour obtenir une vidéo exploitable afin de déterminer le coefficient de restitution. Préciser les précautions à prendre pour obtenir une vidéo exploitable permettant de déterminer les distances et le coefficient de restitution.

Pour obtenir une vidéo exploitable permettant de déterminer le coefficient de restitution  $e$ , voici les éléments à respecter :

Filmer le mouvement vertical d'une balle effectuant plusieurs rebonds successifs sur une surface plane et rigide.

Il faut mettre un élément (type grande règle) permettant d'étalonner la vidéo.

La caméra doit capturer clairement toute la zone où la balle chute et rebondit, en incluant l'élément permettant d'étalonner la vidéo.

Placez la caméra perpendiculairement au plan du mouvement.

Utilisez une surface plane, rigide et non glissante pour minimiser les pertes d'énergie dues au frottement.

Débuter l'enregistrement avant que la balle commence à tomber et continuer après plusieurs rebonds.

On obtient une vidéo exploitable permettant de déterminer les distances des hauteurs de rebond ( $h_n$  et  $h_{n+1}$ )

On en déduit le coefficient de restitution  $e$  grâce à la formule donnée :  $e = \sqrt{\frac{h_{n+1}}{h_n}}$

APPEL n°1		
	<b>Appeler le professeur pour lui présenter votre réponse ou en cas de difficulté</b>	

1.2. Effectuer l'enregistrement de la vidéo.

A faire expérimentalement.

**2. Étude de l'énergie mécanique avant et après le rebond d'une balle (30 minutes conseillées)**

2.1. Proposer un protocole expérimental permettant d'obtenir l'évolution de l'énergie mécanique  $E_m$  de la balle au cours de son mouvement (l'origine du repère sera prise au niveau du sol). Préciser la liste des grandeurs physiques à déterminer et comment elles seront obtenues.

L'énergie mécanique de la balle au cours de son mouvement est donnée par :

$$E_m = E_c + E_{pp}$$

$$E_m = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 + m \cdot g \cdot z$$

$$E_m = \frac{1}{2} \cdot m \cdot \left( \sqrt{v_x^2 + v_z^2} \right)^2 + m \cdot g \cdot z$$

$$E_m = \frac{1}{2} \cdot m \cdot (v_x^2 + v_z^2) + m \cdot g \cdot z$$

Pour obtenir l'évolution de l'énergie mécanique  $E_m$ , il faut les grandeurs physiques suivantes : les vitesses  $v_x$ ,  $v_y$ , la masse de la balle, l'altitude  $z$ .

À partir de la vidéo, nous allons utiliser un logiciel de pointage pour obtenir les coordonnées  $x$  et  $z$  de la balle au cours du temps.

A partir d'un logiciel d'analyse, nous lui demandons de calculer  $v_x$ ,  $v_y$ .

Nous calculons ensuite  $E_m$  et affichons  $E_m$  en fonction du temps.

APPEL n°2		
	<b>Appeler le professeur pour lui présenter votre protocole ou en cas de difficulté</b>	

2.2. Mettre en œuvre le protocole proposé.

A faire expérimentalement.

APPEL n°3		
	<b>Appeler le professeur pour lui présenter les résultats expérimentaux ou en cas de difficulté</b>	

2.3. À partir des résultats obtenus, justifier que la relation  $e = \sqrt{\frac{h_{n+1}}{h_n}}$  peut être utilisée pour déterminer le coefficient de restitution de la balle.

Le coefficient  $e$  est défini comme le rapport entre la valeur des vitesses après et avant le choc.

$$\text{coefficient de restitution } (e) = \frac{\text{valeur de la vitesse après le choc}}{\text{valeur de la vitesse avant le choc}}$$

Lorsque l'énergie se conserve :

$$E_{m \text{ sol}} = E_{m \text{ sommet}}$$

$$\frac{1}{2} \cdot m \cdot v_{\text{sol}}^2 + m \cdot g \cdot z_{\text{sol}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_{\text{sommet}}^2 + m \cdot g \cdot z_{\text{sommet}}$$

$$\text{Or } z_{\text{sol}} = 0 \text{ m et } v_{\text{sommet}} = 0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$\frac{1}{2} \cdot m \cdot v_{\text{sol}}^2 = m \cdot g \cdot z_{\text{sommet}}$$

$$\frac{1}{2} \cdot v_{\text{sol}}^2 = g \cdot z_{\text{sommet}}$$

$$v_{\text{sol}}^2 = 2 \times g \cdot z_{\text{sommet}}$$

$$v_{\text{sol}} = \sqrt{2 \times g \cdot z_{\text{sommet}}}$$

$$\text{coefficient de restitution } (e) = \frac{\text{valeur de la vitesse après le choc}}{\text{valeur de la vitesse avant le choc}}$$

$$\text{coefficient de restitution } (e) = \frac{\sqrt{2 \times g \cdot z_{\text{sommet}} \text{ après le choc}}}{\sqrt{2 \times g \cdot z_{\text{sommet}} \text{ avant le choc}}}$$

$$\text{coefficient de restitution } (e) = \frac{\sqrt{z_{\text{sommet}} \text{ après le choc}}}{\sqrt{z_{\text{sommet}} \text{ avant le choc}}}$$

$$\text{coefficient de restitution } (e) = \sqrt{\frac{h_{n+1}}{h_n}}$$

### 3. Détermination du coefficient de restitution de la balle lors de son rebond (10 minutes conseillées)

3.1. Déterminer le coefficient de restitution de la balle lors du rebond.

$$e = \sqrt{\frac{h_{n+1}}{h_n}} = \sqrt{\frac{\text{Valeur trouvée expérimentalement}}{\text{Valeur trouvée expérimentalement}}}$$

3.2. Afin de comparer le coefficient de restitution de deux surfaces différentes, citer un paramètre expérimental qui doit être conservé.

Pour comparer le coefficient de restitution de deux surfaces différentes, la balle utilisée doit être identique afin que les différences mesurées soient uniquement dues aux caractéristiques des surfaces.

APPEL FACULTATIF		
	<b>Appeler le professeur en cas de difficulté</b>	

Défaire le montage et ranger la paillasse avant de quitter la salle.