

Mouvement balistique



L'objectif de cette expérience est de comprendre les lois générales du mouvement des projectiles.

Physique

Mécanique

Dynamique et mouvement



Niveau de difficulté

facile



Taille du groupe

-



Temps de préparation

45+ procès-verbal



Délai d'exécution

45+ procès-verbal

PHYWE
excellence in science

Informations générales

Application

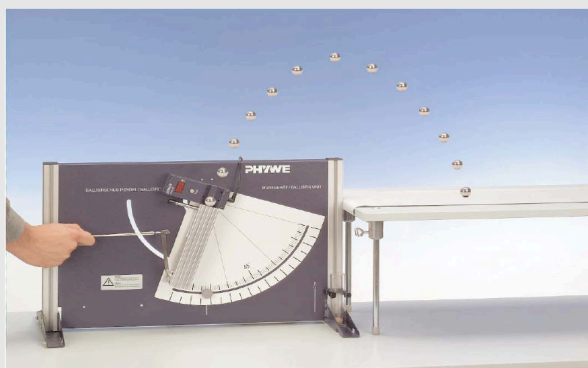
PHYWE
excellence in science

Fig. 1 : Dispositif expérimental pour mesurer la portée maximale d'un projectile avec un équipement supplémentaire pour mesurer la vitesse initiale.

La compréhension du mouvement général des projectiles est très importante pour des domaines tels que la balistique.

En outre, cette compréhension permet de mieux comprendre les lois de la gravité.

Autres informations (1/2)

Connaissances
préalablesPrincipe
de base

Aucune connaissance préalable n'est nécessaire.

Une bille d'acier est tirée par un ressort à différentes vitesses et à différents angles par rapport à l'horizontale. Les relations entre la portée, la hauteur de projection, l'angle d'inclinaison et la vitesse de tir, sont déterminées.

Autres informations (2/2)

Objectifs
d'apprentissages

Tâches



L'objectif de cette expérience est de comprendre les lois générales du mouvement des projectiles.

1. Déterminer la portée en fonction de l'angle d'inclinaison.
2. Déterminer la hauteur maximale de la projection en fonction de l'angle d'inclinaison.
3. Déterminer la portée (maximale) en fonction de la vitesse initiale.

Théorie (1/2)

Si un corps de masse m se déplace dans un champ gravitationnel constant (force gravitationnelle $m\vec{g}$), le mouvement se situe dans un plan (voir figure 2).

Si le système de coordonnées est placé dans ce plan (plan x-y, Fig. 2) et l'équation du mouvement :

$$m \frac{d^2}{dt^2} \vec{r}(t) = m\vec{g}$$

où $\vec{r} = (x, y)$; $\vec{g} = (0, -g)$

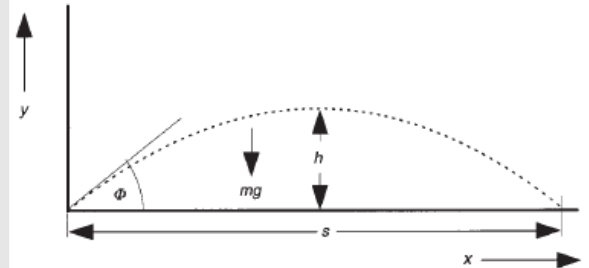


Fig. 2 : Mouvement d'un point de masse sous l'effet de la force gravitationnelle.

Théorie (2/2)

est résolu, alors, avec les conditions initiales

$$\vec{r}(0) = 0 \text{ et } \vec{v}(0) = (v_0 \cos \phi, v_0 \sin \phi)$$

on obtient les coordonnées en fonction du temps t :

$$x(t) = v_0 \cdot \cos \phi \cdot t, y(t) = v_0 \cdot \sin \phi \cdot t - \frac{1}{2}gt^2$$

On obtient ainsi la hauteur maximale de projection h en fonction de l'angle de projection ϕ :

$$h = \frac{v_0^2}{2g} \sin^2 \phi$$

et la portée maximale est de $s = \frac{v_0^2}{g} \sin(2\phi)$

Equipement

Position	Matériel	No. d'article	Quantité
1	Unité balistique	11229-10	1
2	Bille en acier, diamètre 19 mm	02502-01	2
3	Règle graduée, l 750mm, sur tige	02200-00	1
4	Embase expert	02004-00	1
5	Mesureur de vitesse pour unité balistique	11229-30	1
6	Alimentation 5 VCC/4 A, avec douille 2,1 mm	12651-99	1
7	Ruban enregistreur, rouleau 25m	11221-01	1
8	Support à deux étages	02076-03	1



Configuration et procédure

Configuration et procédure

L'unité balistique est réglée. L'échelle est réglée à 90° et une balle est tirée vers le haut (réglage 3) et est prise dans la main. Les vis de réglage de la base d'appui sont tournées jusqu'à l'obtention d'une projection verticale.

Les vitesses initiales de la bille correspondant aux trois niveaux de tension du ressort de mise à feu, et peuvent être déterminées à l'aide de l'accessoire de mesure de la vitesse, ou à partir de la hauteur maximale pour une projection verticale à partir de l'expression $v_0 = \sqrt{2gh}$. Les vitesses initiales peuvent varier considérablement d'une unité à l'autre. Le support de plate-forme à deux niveaux (02076-01) est utilisé pour déterminer la portée.

Pour marquer les points d'impact, la bande d'enregistrement est fixée au banc avec du ruban adhésif. Il est préférable de mesurer les longues portées avant les courtes (points d'impact secondaires !) et de marquer les points d'impact primaires au feutre.

Mise en place et procédure

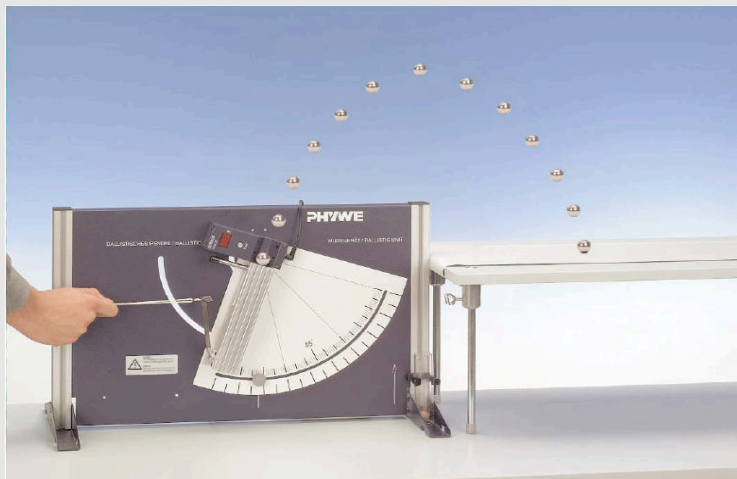
PHYWE
excellence in science

Fig. 3 : Dispositif expérimental

La distance par rapport à l'unité balistique est fréquemment vérifiée à l'aide de l'échelle de mètres pendant le test. Une boîte vide peut être placée derrière le banc, pour attraper les balles.

Pour mesurer la hauteur de projection, l'échelle graduée est fixée à la base du tonneau et déplacée parallèlement au plan de projection. La boîte vide est à nouveau utilisée pour attraper les balles. Les hauteurs de projection peuvent être déterminées à l'œil nu de manière balistique.

PHYWE
excellence in science

L'évaluation

Évaluation (1/3)

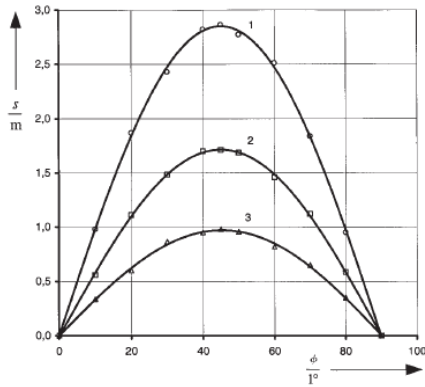


Fig. 3 : Portée maximale s en fonction de l'angle d'inclinaison ϕ pour différentes vitesses initiales v_0 :
courbe 1 : $v_0 = 5.3 \text{ m/s}$ courbe 2 : $v_0 = 4.1 \text{ m/s}$
courbe 3 : $v_0 = 3.1 \text{ m/s}$.

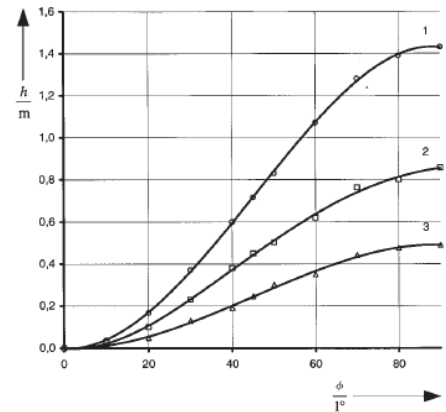


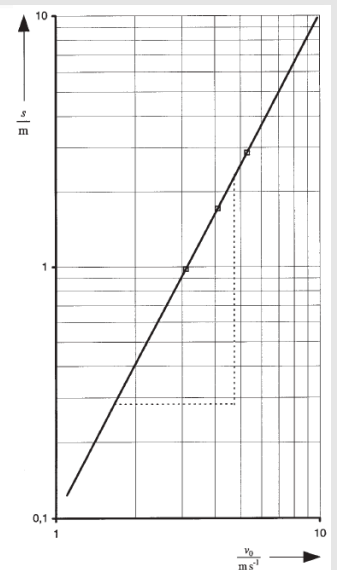
Fig. 4 : Hauteur maximale de la projection h en fonction de l'angle d'inclinaison ϕ pour les vitesses initiales comme dans la figure 1.

Évaluation (2/3)

La portée maximale s est atteinte à un angle d'inclinaison de 45° pour chaque vitesse initiale. La figure 5 montre la portée s pour un angle de 45° en fonction de différentes vitesses initiales. v_0 .

En choisissant une échelle logarithmique, une ligne de régression peut être appliquée aux données mesurées et utilisée pour déterminer la portée maximale pour des vitesses initiales arbitraires.

Fig. 5 : Portée maximale s en fonction de la vitesse initiale v_0 avec un angle d'inclinaison fixe $\phi = 45^\circ$.



Évaluation (3/3)

Pour garantir une détermination précise de la vitesse initiale, il faut tenir compte du temps nécessaire à la balle pour parcourir la distance de mesure. Selon l'angle d'inclinaison, la balle quitte déjà la barrière lumineuse avec une vitesse réduite. Si l'angle d'inclinaison v_{exp} est la vitesse initiale déterminée, expérimentalement, que nous obtenons comme vitesse initiale réelle

$$v_0 = \sqrt{v_{exp}^2 + gd \sin \phi}$$

où d est la distance entre l'attaquant et le centre entre les barrières lumineuses.