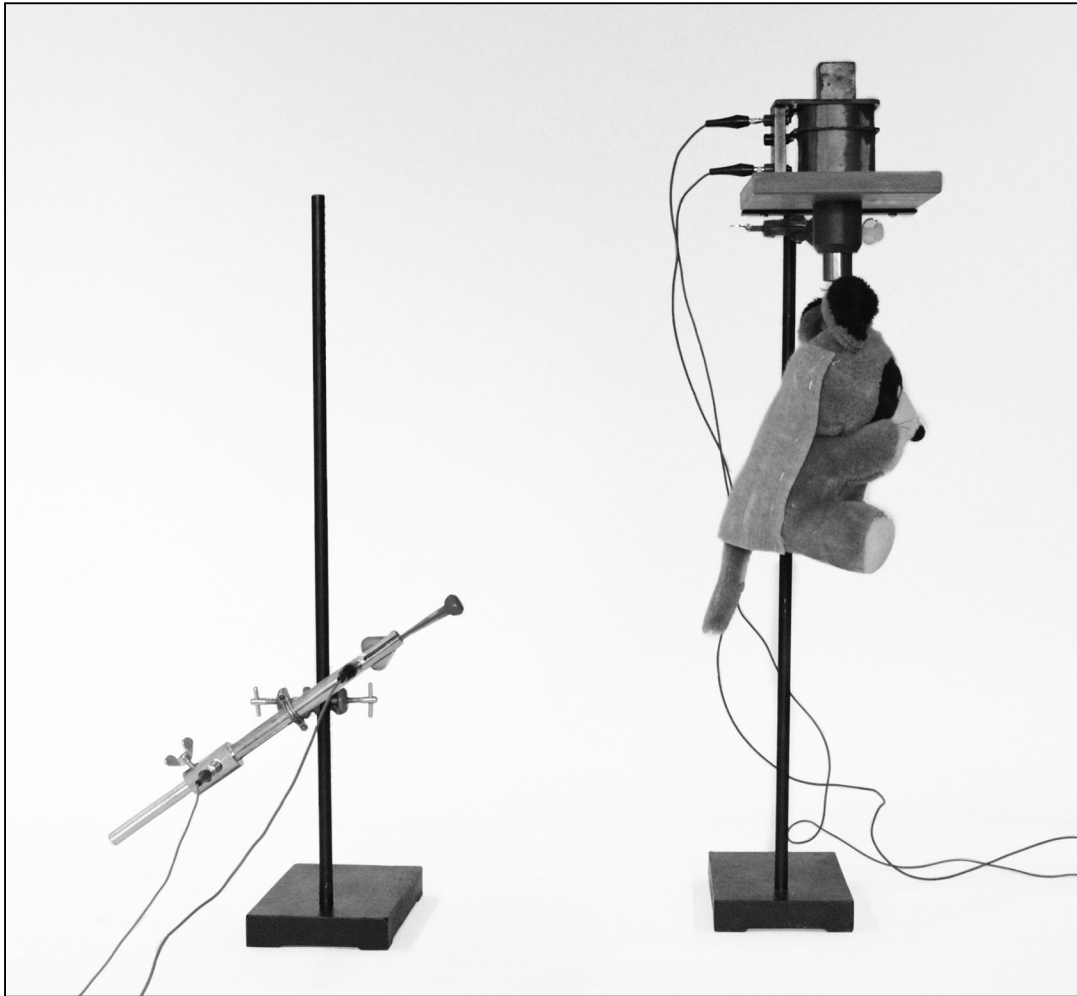


# Chute libre et tir oblique

ME 0727 13543



## Mode d'emploi



Centre technique et pédagogique  
de l'Enseignement de la Communauté française

# 1. But

Montrer que si, à partir du sol, on vise un objet maintenu à une certaine hauteur par rapport au sol et si, au moment où on envoie un projectile vers cet objet, ce dernier est abandonné à la force de pesanteur, il sera percuté par le projectile lors de sa chute.

# 2. Description

L'ensemble comprend:

- 1 dispositif de lancement,
- 2 flèches en plastique,
- 1 support pour bobine de transformateur,
- 1 tige métallique,
- 1 raccord cylindrique pour prolonger la tige d'un statif,
- 1 animal en peluche avec du tissu *Velcro*,
- 1 câble de raccordement bananes / bananes d'environ 5 m.

# 3. Matériel complémentaire nécessaire

- 1 bobine de transformateur démontable ayant entre 800 et 1200 spires (*Phywe, Luni, Leybold...*),
- 1 noyau en fer feuilleté adapté à la bobine,
- 2 statifs,
- 2 noix,
- 1 générateur de tensions continues (environ 10 V, 2 A),
- 1 pointeur laser (éventuellement),
- fils de connexion.

# 4. Rappel théorique

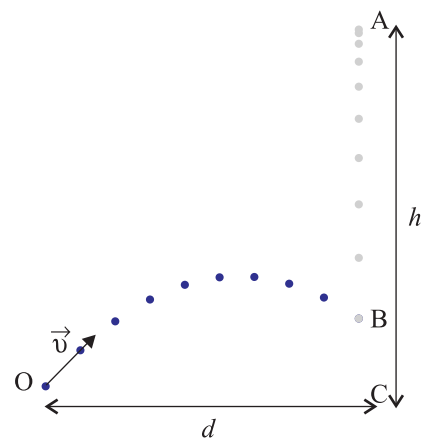
Considérons un objet placé en A à une hauteur  $h$  par rapport au sol. À un moment donné, un projectile part d'un point O au niveau du sol avec une vitesse  $\vec{v}$  orientée vers A et faisant un angle  $\alpha$  avec l'horizontale. Au même moment, l'objet tombe et est percuté par le projectile au point B. C'est ce que montre le dessin stroboscopique ci-contre (en foncé, les positions du projectile; en grisé, les positions de l'objet).

Si O est l'origine du repère, les équations du mouvement du projectile sont:

$$\begin{cases} x = vt \cos \alpha \\ y = vt \sin \alpha - \frac{g}{2} t^2 \end{cases}$$

Celles de l'objet qui tombe sont:

$$\begin{cases} x = d \\ y = h - \frac{g}{2} t^2 \end{cases}$$



La durée  $t$  nécessaire pour que le projectile atteigne le point B d'abscisse  $d$  vaut:

$$t = \frac{d}{v \cos \alpha}$$

À ce moment, la hauteur du  $y_B$  projectile est:

$$y_B = v \frac{d \sin \alpha}{v \cos \alpha} - \frac{g}{2} \left( \frac{d}{v \cos \alpha} \right)^2 = d \operatorname{tg} \alpha - \frac{gd^2}{2v^2 \cos^2 \alpha}$$

D'autre part, dans le triangle rectangle OCA, on a:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{d}$$

On en déduit que:

$$y_B = h - \frac{gd^2}{2v^2 \cos^2 \alpha}$$

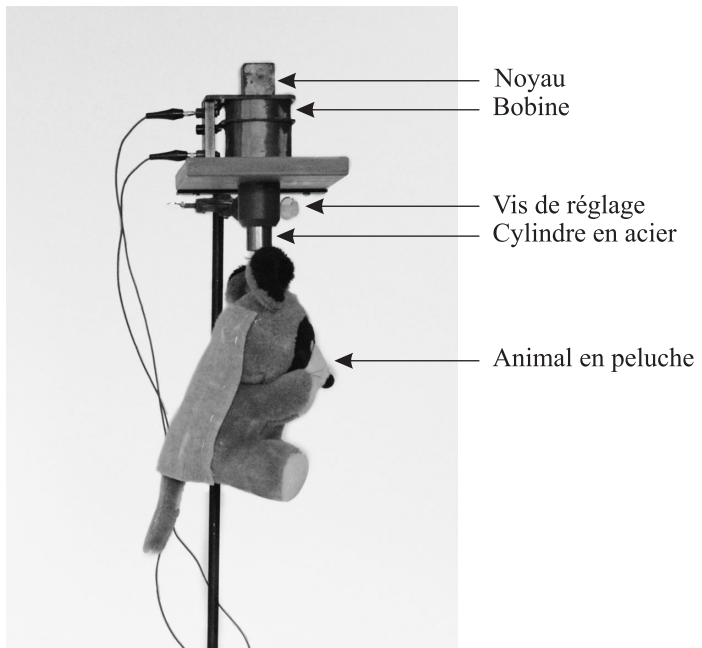
Si on calcule la position  $y$  de l'objet qui tombe, on a:

$$y = h - \frac{g}{2} \left( \frac{d}{v \cos \alpha} \right)^2 = h - \frac{gd^2}{2v^2 \cos^2 \alpha}$$

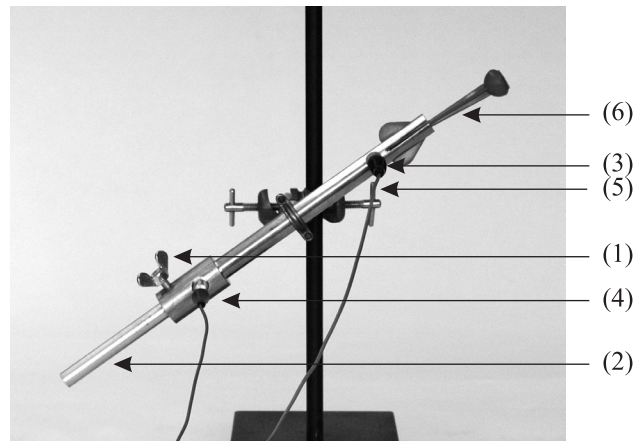
Les positions du projectile et de l'objet qui tombe sont identiques et il y a collision en B.

## 5. Manipulation

1. Fixer le plus bas possible le dispositif de lancement à l'aide d'un statif et d'une noix.
2. Placer, à environ 1,5 m de ce dispositif, l'autre statif sur la tige duquel on fixera le raccord cylindrique et la tige métallique afin d'en augmenter la hauteur.
3. Fixer sur ce statif allongé, à l'aide d'une noix, le support pour bobine de transformateur et placer ce support horizontalement à environ 1,2 m de haut.
4. Placer la bobine avec son noyau sur le support de manière telle que le noyau soit placé verticalement, au-dessus du cylindre en acier (voir photo ci-dessus). Une découpe asymétrique est prévue pour certains types de bobine.
5. Ajuster, à l'aide de la vis de réglage, la position du cylindre en acier afin qu'il soit en contact avec le noyau de la bobine.
6. Connecter la bobine au générateur de tensions continues (environ 10 V) avec le câble de raccordement bananes / bananes et accrocher la partie métallique de l'animal en peluche sous le cylindre en acier. Si l'adhérence n'est pas bonne, augmenter légèrement la tension du générateur. Veiller à ce que la partie de l'animal en peluche recouverte de tissu *Velcro* soit située du côté du dispositif de lancement.

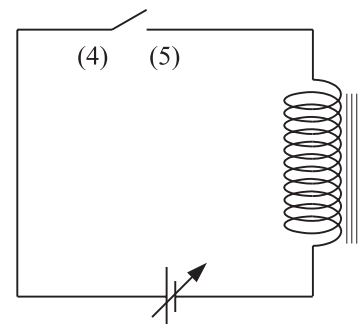


7. Régler l'orientation du dispositif de lancement sur l'animal en peluche. Pour cela, dévisser partiellement la vis papillon (1), retirer la tige métallique (2) sur laquelle est fixé le ressort et enlever la petite tige en laiton (3) bloquant le déplacement du ressort. Aligner l'axe du dispositif en visant le centre du dos de l'animal en peluche à l'aide du pointeur laser que l'on positionne à la place de la tige métallique (2). Si on ne possède pas de pointeur, on peut réaliser l'alignement en bornoyant dans le tube ou en tendant une ficelle.



8. Enfoncer la petite tige en laiton (3) dans l'orifice prévu à cet effet, replacer la tige métallique (2), comprimer le ressort sur environ 3 ou 4 cm et resserrer sans forcer la vis papillon (1).

9. Enlever l'animal en peluche maintenu sous le cylindre en acier et placer le dispositif de lancement comme interrupteur dans le circuit de la bobine (voir schéma ci-contre). Un fil de connexion est relié à la borne (4), l'autre à la borne (5) qui est l'extrémité de la tige (3).



10. Placer une flèche dans les rainures de l'orifice (6) et l'aligner dans l'axe du dispositif. Suspendre de nouveau l'animal en peluche sous l'électro-aimant, le tissu en *Velcro* tourné vers la flèche.
11. Maintenir fermement le dispositif de lancement avec une main; avec l'autre, tirer rapidement sur la petite tige en laiton (3) afin de libérer le ressort et de couper au même moment l'alimentation électrique de la bobine. Éviter de toucher simultanément le dispositif de lancement et la partie métallique de la tige (3) au moment où on libère le ressort car les tensions induites qui apparaissent lors de l'ouverture du circuit électrique sont importantes. Observer les trajectoires de la flèche et de l'animal en peluche.
12. Refaire les points 7 à 11 de la manipulation en modifiant la compression du ressort.

## 6. Exploitation

Que peut-on déduire de ces expériences?

## 7. Résultats

Pour différentes vitesses initiales de la flèche, celle-ci touche chaque fois l'animal en peluche. Si la vitesse est élevée, le contact se fait à proximité du point de départ de l'animal, si la vitesse est faible, le contact se fait près du sol. Si la vitesse est trop faible, il n'y a pas de contact, la flèche retombe sur le sol en deçà du point de chute de l'animal en peluche.