



Appareil de Chute libre/ Plan incliné 34079

NOTICE



Retrouvez
l'ensemble
de nos gammes sur :
www.pierron.fr

 **PIERRON**
ÉQUIPEMENT PÉDAGOGIQUE SCIENTIFIQUE

PIERRON - ASCO & CELDA • CS 80609 • 57206 SARREGUEMINES Cedex • France

Tél. : 03 87 95 14 77 • Fax : 03 87 98 45 91

E-mail : education-france@pierron.fr

1 - Introduction

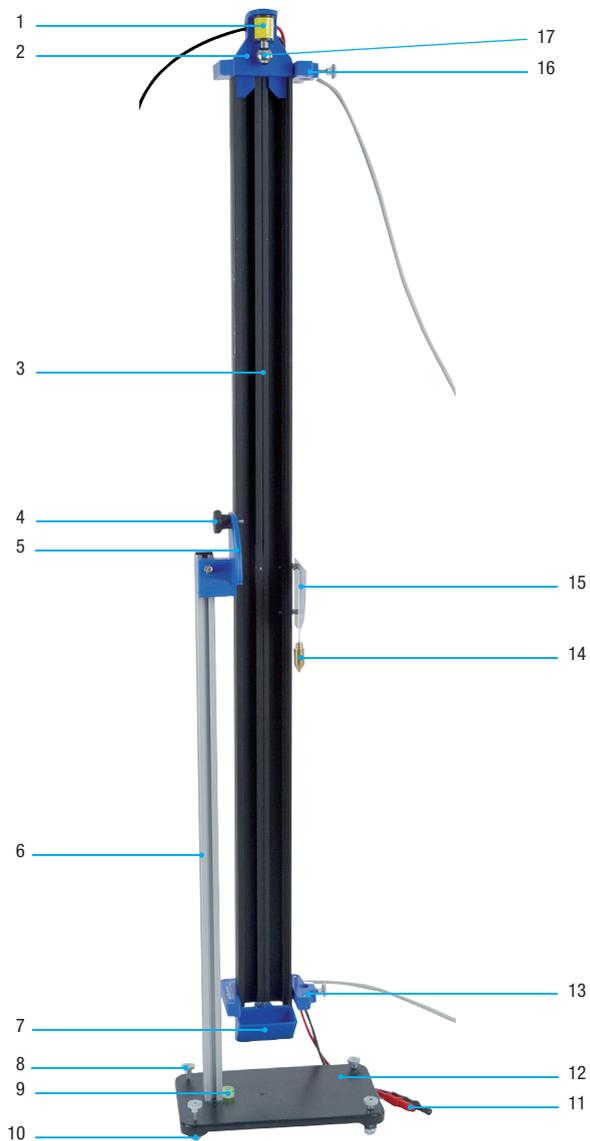
Cet appareil est un incontournable de la mécanique. Il vous permettra de traiter toute la partie dynamique. C'est un banc multifonction : vous avez en votre possession un appareil de chute libre et un plan incliné.

2 - Contenu de l'emballage

- Un rail au profil en U
- Un socle
- Un électroaimant sur son support
- 2 capteurs photosensibles
- Une bille en acier
- Un rapporteur et son fil à plomb
- Un réceptacle
- Un adaptateur secteur
- Une notice

Caractéristiques

- Électroaimant :
 - 12 V continu
 - Raccordement sur fiche banane double puits Ø 4 mm
- Bille :
 - Matière : acier
 - Ø 17 mm
- Rail :
 - Longueur : 100 cm
 - Graduations en mm de 0 à 1 000 mm
- Socle : 220 x 140 mm
- Capteur :
 - Technologie : émission/réception infrarouge
 - Connectique : mini-DIN
 - Dimensions : 102 x 70 x 15 mm



(1) : Électroaimant
 (2) : Support de l'électroaimant
 (3) : Rail
 (4) : Écrou de serrage
 (5) : Platine d'inclinaison
 (6) : Support

(7) : Réceptacle
 (8) : Vis de réglage des pieds
 (9) : Niveau à bulle
 (10) : Pied
 (11) : Fiches banane double puits pour l'alimentation de l'électroaimant

(12) : Socle
 (13) : Capteur
 (14) : Fil à plomb
 (15) : Rapporteur
 (16) : Capteur
 (17) : Bille

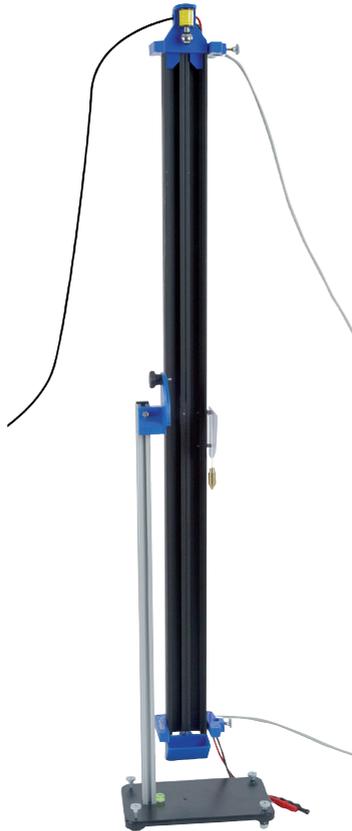
1 - Montage en appareil de chute libre

Matériel nécessaire :

- Un appareil de chute libre, réf. 34079.10
- Un chronomètre Élégance, réf. 02229.10

Manipulation :

Procéder au montage de l'appareil :



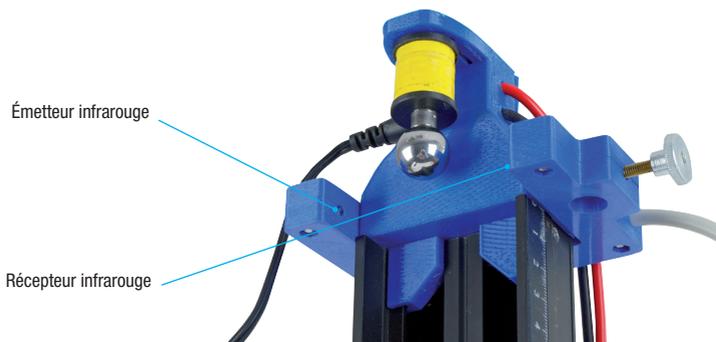
- Positionner le premier capteur (16) autour de la base du support de l'électroaimant (2) juste au-dessus de la graduation **0** du rail (3).
- Positionner le second capteur (13) juste au-dessus de la graduation **100** du rail (3).
- Raccorder les capteurs (13) et (16) à un chronomètre.

- Vérifier que la bille soit lâchée sans vitesse initiale (cf. paragraphe « **Conseils** »). Sinon ajuster la position du capteur (16) pour que cela soit le cas.
- Régler l'aplomb de l'appareil au moyen du niveau à bulle (9) et des 4 vis de réglage des pieds (8) du socle (12).
- Alimenter l'électroaimant (1) en branchant l'adaptateur secteur sur une prise 230 V.
- Relier également l'électroaimant (1) à un chronomètre, disposant de la fonction commande de l'électroaimant, au moyen des fiches bananes double puits (11).
- Mettre en contact la bille (17) avec l'électroaimant (1).
- Vérifier que le réceptacle (7) se situe bien à l'aplomb de la bille (17).
- Couper l'alimentation de l'électroaimant (1) au moyen de la commande du chronomètre ou à défaut retirer l'adaptateur secteur de la prise murale.
- Relever l'intervalle de temps correspondant au passage de la bille (17) devant les deux capteurs (13) et (16).

Conseil :

Pour réaliser une chute libre sans vitesse initiale :

- Positionner le premier capteur (16) autour de la base du support de l'électroaimant (2) juste au-dessus de la graduation **0** du rail (3).
- Alimenter l'électroaimant (1) en branchant l'adaptateur secteur sur une prise 230 V.
- Mettre en contact la bille (17) et l'électroaimant (1).
- Ajuster la position du capteur (16) pour que la bille (17) se situe juste au-dessus de la ligne imaginaire qui relie l'émetteur infrarouge et le récepteur infrarouge du capteur (16) afin qu'il ne la détecte pas.



2 - Expérience de la chute libre

Rappel :

Dans le cas de la chute libre, la seule force qui intervient est le poids \vec{P} (on négligera les forces de frottement dues à l'air)

En utilisant le théorème de l'énergie cinétique, on peut écrire :

$$\frac{1}{2} mv_f^2 - \frac{1}{2} mv_i^2 = mgh_f - mgh_i \quad (1)$$

où v_f et v_i sont respectivement les vitesses finale et initiale, exprimées en $m.s^{-1}$ et h_f et h_i sont quant à elles les hauteurs finale et initiale de la chute, exprimées en mètre.

Dans notre étude, nous considérerons la vitesse initiale nulle (puisque le capteur a été positionné pour ce cas de figure).

D'autre part, on prendra comme point de départ une hauteur initiale égale à 0.

Par conséquent l'expression (1) devient :

$$\frac{1}{2} mv_f^2 = mgh_f \Leftrightarrow \frac{1}{2} mv^2 = mgh$$

d'où

$$v = \sqrt{2gh} \quad (2)$$

L'expression (2) représente la vitesse de la chute d'un corps, elle sera exprimée en mètre par seconde ($m.s^{-1}$).

Exemple pour une chute de 1 m, $v = 4.43 m.s^{-1}$.

On pourra également mesurer le temps de chute. En effet, le poids étant la seule force agissant sur la bille et la vitesse étant nulle, à partir de la relation fondamentale de la dynamique, on peut écrire :

$$\Sigma \vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

On en déduit l'équation horaire de la trajectoire :

$$z = \frac{1}{2} gt^2$$

D'où le temps de la chute est donné par la relation :

$$t = \sqrt{\frac{2z}{g}}$$

où **t** est le temps en seconde, **g** est l'accélération de la pesanteur en $m.s^{-2}$ et **z** la hauteur de chute en mètre.

Deux exploitations sont alors possibles :

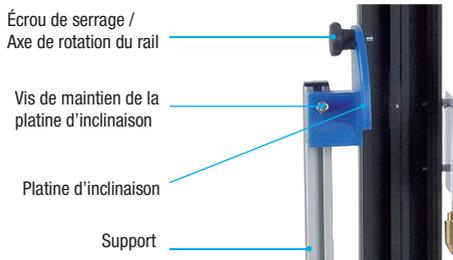
- Comparer la durée mesurée de la chute à la durée théorique pour une chute de 1 m de hauteur, qui vaut $t = 0,451 \text{ s} = 451 \text{ ms}$.
- En connaissant le temps de chute d'une hauteur de 1 m, déterminer l'accélération de la pesanteur et comparez-la à la valeur théorique qui vaut $g = 9.81 \text{ m.s}^{-2}$

3 - Montage en plan incliné

- Retirer le support de l'électroaimant (2) du rail (3), en le tirant vers le haut.
- Retirer le réceptacle (7) en le dévissant.
- Dévisser légèrement l'écrou de serrage (4) pour rendre le rail (3) mobile le long de la platine d'inclinaison (5).
- Basculer le rail (3) selon l'angle souhaité qui sera lu sur le rapporteur (15) à l'aide du fil à plomb (14).

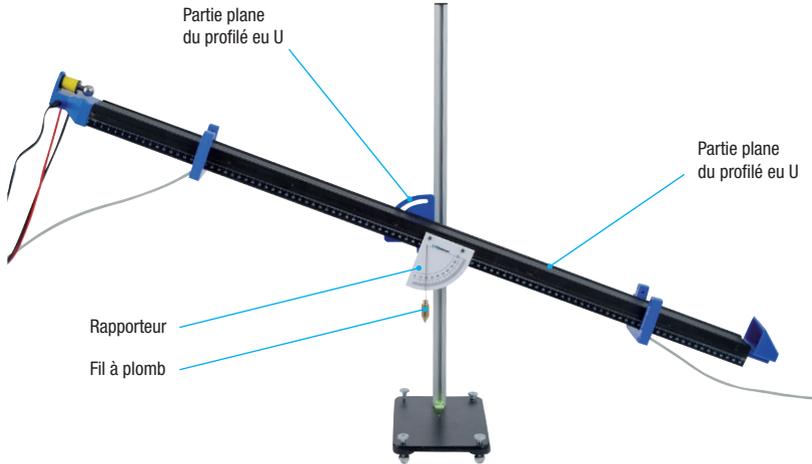


Pour un plus grand confort d'utilisation, il peut être intéressant de diminuer la hauteur de l'axe de rotation du rail. Pour se faire, après l'étape ci-dessus, il suffit de dévisser légèrement la vis qui maintient la platine d'inclinaison (5) sur le support (6). Disposer la platine d'inclinaison (5) à la hauteur souhaitée et resserrer la vis.



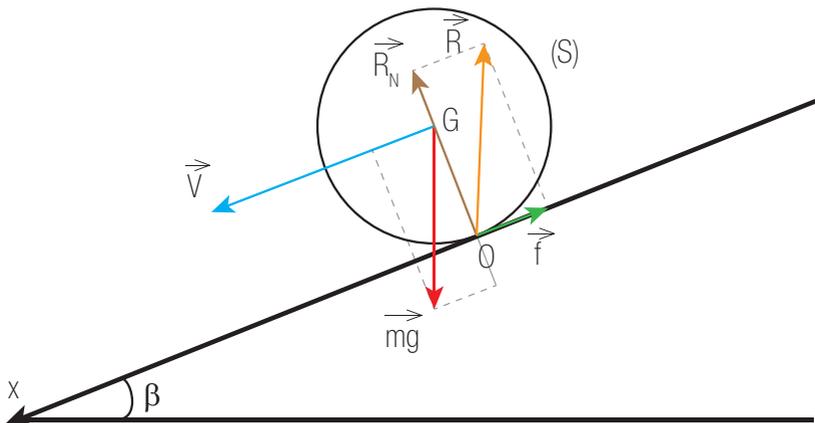
- Visser l'écrou de serrage (4) pour que le rail (3) soit parfaitement stable.

- Insérer le support de l'électroaimant (2) sur le rail (3) de sorte à ce que la bille (17) puisse rouler sur la partie plane du profilé en U.
- Insérer le réceptacle (7) sur le rail (3) afin qu'il puisse réceptionner la bille (17) qui aura roulé sur la partie plane du profilé en U.
- Positionner les capteurs (13) et (16) afin qu'ils détectent le passage de la bille (17).
- L'appareil est alors prêt à être utilisé.



4 - Expérience du plan incliné :

Le solide **S** est une sphère de rayon **r** et de masse **m**.



\vec{V} : vitesse de translation du solide

\vec{f} : composante tangentielle de la réaction \vec{R}

\vec{R}_N : composante normale de la réaction \vec{R}

Le principe fondamental de la dynamique, $\sum \vec{F} = m \cdot \vec{a}$, projeté sur l'axe \mathbf{Ox} nous amène à la relation :

$$m \frac{dV}{dt} = mg \cdot \sin\beta - f \quad (3)$$

La sphère est animée d'un mouvement de rotation de vitesse angulaire ω , autour d'un axe horizontal passant par \mathbf{G} .

Or, le principe fondamental de la dynamique appliqué dans le cas d'un mobile en rotation se traduit par :

$$\sum \text{Moments} = I \frac{d\omega}{dt}$$

Dans le cas présent, cette relation nous permet d'écrire :

$$I \frac{d\omega}{dt} = f \cdot r \quad (4)$$

À ce niveau, nous allons supposer qu'il n'y a pas de glissement. Cette hypothèse nous permet d'affirmer que la vitesse du point de contact \mathbf{O} entre la sphère et le rail est nulle :

$$V_0 = 0$$

Comme $\vec{V}_0 = \vec{V} + \vec{OG} \wedge \vec{\omega}$, la condition $V_0 = 0$ entraîne $\vec{V} = -\vec{OG} \wedge \vec{\omega}$, c'est à dire

$$V = r \cdot \omega \quad (5)$$

Des relations (3), (4), (5), on tire :

$$a = \frac{g \cdot \sin\beta}{1 + \frac{I}{m \cdot r^2}}$$

où I est le moment d'inertie d'une sphère pleine, de rayon r et de masse m ; or ce moment est défini dans les tables et vaut :

$$I = \frac{2}{5} m \cdot r^2$$

On aboutit ainsi à l'expression finale :

$$a = \frac{5}{7} g \cdot \sin\beta \quad (6)$$

L'accélération **a** est constante \Rightarrow le mouvement est uniformément accéléré

Les résultats précédents sont valables dans le cas où la rotation de la bille s'effectue sans glissement.

Il faut pour cela que la composante tangentielle \vec{f} soit inférieure à la valeur maximale f_{\max} définie par :

$$f_{\max} = k \cdot R_N$$

où **k** est le coefficient de frottement statique et $R_N = mg \cdot \cos\beta$: composante normale de la réaction \vec{R} .

D'après les expressions (3) et (6) :

$$f = \frac{2}{7} mg \cdot \sin\beta$$

Il faut donc que $f \leq f_{\max}$ ou encore :

$$\frac{2}{7} mg \cdot \sin\beta \leq k \cdot mg \cdot \cos\beta$$

soit

$$\tan\beta \leq 3 \cdot k$$

Si β est supérieur à la valeur β_{\max} telle que $\tan(\beta_{\max}) = 3 \cdot k$, alors il y a roulement avec glissement.

1 - Entretien

Aucun entretien particulier n'est nécessaire au fonctionnement de votre appareil. Toutes les opérations de maintenance ou de réparation doivent être réalisées par PIERRON - ASCO & CELDA. En cas de problème, n'hésitez pas à contacter le Service Clients.

2 - Garantie

Les matériels livrés par PIERRON - ASCO & CELDA sont garantis, à compter de leur livraison, contre tous défauts ou vices cachés du matériel vendu. Cette garantie est valable pour une durée de 2 ans après livraison et se limite à la réparation ou au remplacement du matériel défectueux. La garantie ne pourra être accordée en cas d'avarie résultant d'une utilisation incorrecte du matériel.

Sont exclus de cette garantie : la verrerie de laboratoire, les lampes, fusibles, tubes à vide, produits, pièces d'usure, matériel informatique et multimédia.

Certains matériels peuvent avoir une garantie inférieure à 2 ans, dans ce cas, la garantie spécifique est indiquée sur le catalogue ou document publicitaire.

Le retour de matériel sous garantie doit avoir notre accord écrit.

Vices apparents : nous ne pourrions admettre de réclamation qui ne nous serait pas parvenue dans un délai de quinze jours après livraison au maximum. À l'export, ce délai est porté à un mois.

La garantie ne s'appliquera pas lorsqu'une réparation ou intervention par une personne extérieure à notre Société aura été constatée.

