

La gravité et la chute libre

Lorsque l'on parle de chute libre, il nous vient immédiatement à l'esprit l'image de l'aventurier autrichien Felix Baumgartner qui, le 14 octobre 2012, est devenu le premier homme à sauter d'un ballon d'hélium depuis une altitude de 38 969,4 mètres, plongeant vers la Terre sur une distance de près de 36,5 km sans l'aide d'aucun avion. La vitesse maximale atteinte par ce sportif de l'extrême de 43 ans était de 1 357,6 km/h. L'un de ses objectifs, parfaitement réalisé, était de passer le mur du son à Mach 1,25 (la vitesse du son étant d'environ 1 235 km/h). Environ 2 500 mètres avant d'atteindre le sol, il a ouvert son parachute pour ralentir sa chute, pour finir par atterrir sain et sauf.

Il n'est bien entendu pas nécessaire de prendre autant de risques que Baumgartner pour expérimenter, étudier et comprendre les principes de la chute libre, ainsi que les caractéristiques, les lois et les calculs associés. Une simple construction suffira.

L'histoire

En 55 av. J.-C. déjà, le poète et philosophe romain Lucrèce expliquait que lors d'une chute, les objets n'étaient ralentis que par la résistance hydrodynamique ou aérodynamique, et que les corps de faible masse tombaient plus lentement pour cette raison même ; tous les corps tombant toutefois à la même vitesse dans le vide.

Selon le philosophe grec Aristote (384-322 av. J.-C.), les corps lourds tombent vers la Terre plus vite que les corps légers, car les premiers coulent dans l'eau tandis que les derniers flottent. Ce n'est toutefois pas avant 1554 que Giovanni Battista Benedetti (1530-1590) réfute l'hypothèse d'Aristote. Il démontre alors que deux sphères identiques solidement fixées l'une à l'autre par une tige (de masse négligeable) tomberont à la même vitesse.

L'hypothèse selon laquelle un corps chute à vitesse constante nous vient également d'Aristote. Il faudra attendre 1590 et Galilée (1564-1642) pour jeter la base des lois sur la chute libre : Dans un vide, tous les corps chutent à la même vitesse, quelles que soient leur forme, leur composition ou leur masse. La vitesse à laquelle ils tombent est proportionnelle au temps de chute, tandis que la distance de chute est proportionnelle au carré du temps de chute. Cela signifie donc que l'accélération est identique pour tous les corps, à un point donné. En 1659, Robert Boyle confirme par l'expérience que des corps de masse différente tombent à la même vitesse dans le vide.

Définitions

Le terme « chute libre » désigne l'accélération d'un objet due exclusivement à la gravité. Les personnes qui sautent d'un avion sont ralentis par la résistance aérodynamique tout au long de leur chute. Une véritable chute libre est donc possible uniquement dans un vide, au sein duquel aucune force autre que la gravité n'agit. Un environnement de test pour ce type d'expérience a été créé au Glenn Research Center de la NASA Cleveland (Ohio), aux États-Unis.

Équations

Chute libre (sans frottement) : La force agissant sur un corps qui tombe est indiquée par la lettre F et mesurée en newtons. Un newton est composé de la masse du corps (en kg) et de l'accélération (en m/s²), où l'accélération est égale au facteur gravitationnel de la Terre.

$$\text{Newton} = \text{kg} * \text{m/s}^2$$



Des corps de masse différente tombent à la même vitesse dans le vide. C'est la raison pour laquelle l'équation générale de la chute libre est la suivante :

$$h = h_0 - 1/2 gt^2$$

En d'autres termes, le calcul est indépendant du poids du corps concerné. Cela paraît difficile à croire, mais dans le vide, un hippopotame tombe à la même vitesse qu'un ver de terre.

h = hauteur du corps à l'instant t , h_0 = hauteur initiale sans vitesse initiale, g = accélération en chute libre, t = temps de chute en secondes.

$$s = h - h_0 = 1/2 gt^2$$

Cette équation définit la distance couverte par un corps en chute libre à l'instant t , en partant de l'arrêt.

L'accélération de la gravité est de $9,81 \text{ m/s}^2$.

$V = gt$ est l'équation utilisée pour calculer la vitesse durant la chute libre. Dans cette équation, « V » correspond à la vitesse de chute en mètres par seconde, « g » à l'accélération gravitationnelle en mètres par seconde au carré et « t » au temps de chute en seconde.

Nous ne disposons pas d'un vide permettant de réaliser nos expériences ; nous devons donc tenir compte du frottement atmosphérique. Cela signifie que nos expériences n'indiqueront pas l'accélération réelle d'une chute libre.

Chutes avec résistance aérodynamique

Deux forces opposées agissent sur un objet qui tombe : la force massique et la force de traînée (dans le vide, la force de traînée est nulle).

Nous pouvons dériver la vitesse maximale d'un objet à partir de ces variables. En réalité, la vitesse maximale est atteinte précisément au moment où ces deux forces opposées sont équivalentes, avec pour conséquence que la chute de l'objet n'est plus accélérée. Une vitesse maximale plus élevée peut être obtenue durant une chute avec résistance aérodynamique, soit en réduisant cette résistance aérodynamique, soit en augmentant la masse de l'objet. Les principes suivants s'appliquent aux chutes avec résistance aérodynamique : plus l'objet est lourd, plus la vitesse de chute maximale est élevée (sur la base des mêmes caractéristiques de forme et de surface).

Felix Baumgartner a tenté de réduire la résistance aérodynamique de sa combinaison de protection afin d'atteindre le plus vite possible une vitesse supersonique. Après cela, il a augmenté la résistance en ouvrant son parachute, de manière à réduire sa vitesse avant d'atteindre le sol.

Personnes associées à cette rubrique

- Galilée
- Isaac Newton
- Robert Boyle
- Giovanni Battista Benedetti

Pour trouver des sites Web relatifs à ces thèmes, utilisez les mots-clés suivants :

- Chute libre
- Glenn Research Center
- Vol parabolique
- Résistance aérodynamique



Internet

