

POURQUOI LE MEILLEUR ANGLE POUR LANCER LE POIDS EST-IL DE 42 DEGRÉS ?

Quand on lance un objet depuis le sol avec une vitesse initiale, et quand on n'a pas besoin de prendre en compte la résistance de l'air, l'angle d'inclinaison optimal pour envoyer le plus loin possible est de 45 degrés, soit exactement à mi-distance avec la verticale. .

Un poids, un disque, un javelot, ne sont pas lancés au niveau du sol mais plus haut, puisque le bras de l'athlète est environ à 2 mètres du sol. Ainsi l'angle est un peu diminué et tombe à 42 degrés.

Si l'on envoie un objet d'une hauteur h au-dessus du sol sans effet, sans vent, avec juste une vitesse initiale v qui a un angle θ avec l'horizontale, on peut calculer les positions x et y en fonction du temps t , comme nous venons de le voir :

$$x = v \cos \theta t, \quad y = h + v \sin \theta t - \frac{gt^2}{2}.$$

Commençons par un cas simple, celui où $h = 0$: le projectile est envoyé depuis le sol. Alors le temps de vol est donné par le point où $y = 0$ et donc

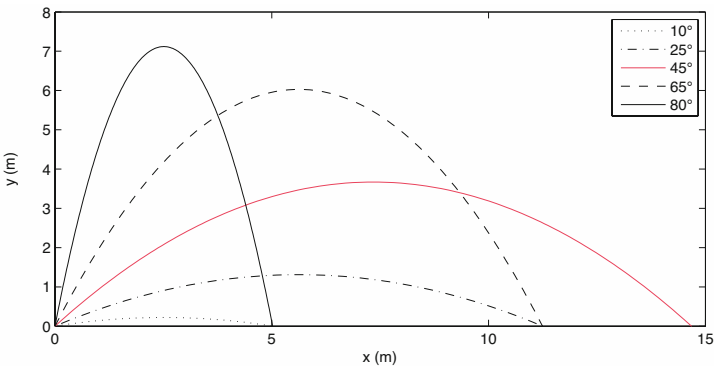
$$T_{\text{vol}} = \frac{2v \sin \theta}{g},$$

et la portée, la valeur de x à cet instant, est

$$p = v \cos \theta \times T_{\text{vol}} = \frac{v^2 \sin 2\theta}{g}$$

car $\sin 2\theta = 2 \sin \theta \cos \theta$. Des connaissances de trigonométrie simples permettent de voir que la portée est maximale quand $\sin 2\theta$ est maximal, donc vaut 1. C'est le cas pour $2\theta = 90^\circ$, donc $\theta = 45^\circ$. Pour un lancer sans vent et sans effet, l'angle qui permet le coup le plus long est de 45° .

On remarque sur la figure suivante que des angles dont la somme est 90° (on dit qu'ils sont « complémentaires ») produisent la même portée. En revanche, le temps de vol est très différent. Ainsi un lancer à 80° produit la même portée que le lancer à 10° , mais l'objet reste en l'air 5,7 fois plus longtemps ($\tan 80^\circ$) et va 32 fois plus haut. Dans certains sports où il est stratégique d'envoyer le ballon en l'air avant de courir pour le réceptionner, il est judicieux de lancer avec un angle plus élevé (chandelle) pour avoir un temps passé en l'air long, et une portée faible.



Trajectoires de lancer avec la même vitesse initiale mais des angles différents. Des angles complémentaires produisent la même portée.

Dans beaucoup de sports, la hauteur initiale du projectile n'est pas la même que celle qu'il a à l'arrivée. Par exemple, le lanceur de poids le tient à une hauteur h de l'ordre de 2 mètres alors qu'à la fin de la trajectoire la hauteur sera nulle, puisque l'objet sera au sol. Cela n'a pas d'incidence sur l'analyse des forces et le calcul des vitesses mais cela en a une sur le temps passé en l'air puisque le poids retombe à une hauteur plus basse que sa hauteur initiale. On peut calculer la portée qui est alors fonction de la hauteur de lancer h , de la vitesse v et de l'angle θ

$$\frac{v^2 \sin \theta \cos \theta + v \cos \theta \sqrt{(v \sin \theta)^2 + 2gh}}{g}$$

À partir de là, on peut également calculer l'angle optimal de lancer en fonction de h ; la formule sera un peu plus complexe, mais c'est précisément là que les mathématiques (les dérivées) sont utiles. On trouve par exemple que l'angle optimal est de 42° pour une hauteur de 2 mètres, une vitesse initiale de 13 m/s, et avec une portée de 14,51 mètres. L'avantage d'une formule mathématique comme celle-ci est qu'elle permet de calculer les variations de portée lorsque l'on modifie tous les paramètres par exemple de 5 %. Si le lanceur n'est pas à l'angle optimal mais dévie de 5 % (donc $0,8^\circ$), alors sa portée varie de 4 cm, ce qui est très faible. S'il progresse et arrive à lancer 5 % plus haut, donc à une hauteur de 2 m 10, il améliore son lancer de 11 cm. Enfin, s'il est capable de lancer 5 % plus vite, donc à une vitesse de 13,7 m/s, il améliore cette fois son lancer d'environ 1 m 50. Le paramètre le plus important à travailler est donc la vitesse de lancer plutôt que l'angle!

Ces pages sont extraites de l'ouvrage
(168 pages)
dont voici la couverture :

