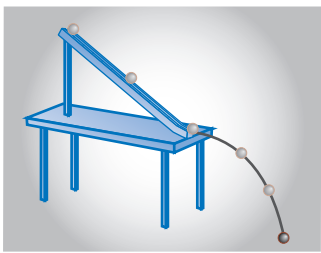


DU MOUVEMENT À LA GRAVITATION

L'étude du mouvement avait été mis à l'ordre du jour par Galilée (1564-1643). Il était arrivé à la conclusion que dans le vide, tous les corps devaient tomber avec la même accélération. Il avait de plus étudié la composition des mouvements à l'aide d'un plan incliné muni d'un défecteur qui avait pour effet de communiquer à ses billes une vitesse horizontale.

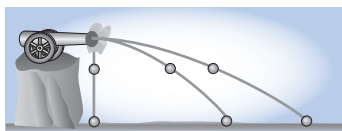
Trajectoire d'un projectile



La trajectoire d'un projectile est donc la composition de deux mouvements. L'orbite lunaire pourrait-elle être considérée comme la composition de deux mouvements?

Comment concilier la loi de la chute des corps de Galilée avec le fait que la Lune ne s'écrase pas sur Terre?

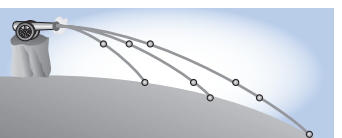
Pour répondre à cette question, considérons un boulet de canon. Si on le laisse simplement tomber d'une hauteur de 4,9 m, il prend une seconde pour toucher le sol. En tirant plutôt le boulet horizontalement de la même hauteur, il suivra une trajectoire parabolique mais prendra le même temps pour tomber au sol. Les mouvements horizontal et vertical se composent et le trajet parcouru est plus long



mais, le temps nécessaire pour effectuer ce parcours est le même, il est indépendant de la vitesse initiale.

Plus la vitesse initiale est grande, plus la distance parcourue par le boulet est grande. Cependant, puisque tous les corps tombent avec la même accélération, le temps requis pour tomber de cette hauteur est toujours le même indépendamment de la vitesse horizontale.

Ce raisonnement est valide en considérant que la Terre est plate. Que se passe-t-il si prend en compte la sphéricité de la Terre?



Si la vitesse initiale est suffisamment grande, la Terre se dérobe sous le boulet et le temps nécessaire pour toucher le sol n'est plus le même. Il augmente avec la vitesse initiale. En augmentant la vitesse

initiale du boulet, le temps écoulé avant l'impact est plus grand à cause de la courbure de la Terre.

Qu'advient-il si le boulet est tiré du sommet d'une haute montagne avec une vitesse très très grande. Dans un tel cas, la Terre se dérobe continuellement sous le boulet et celui-ci continue de tourner autour de la Terre. Le boulet est en orbite autour de la Terre. Newton en vient donc à la conclusion que la Lune, tout comme la pomme, « tombe » vers la Terre.



Trajectoire curviligne et force centripète

Le problème des trajectoires curvilignes avait déjà fait l'objet de recherches de la part de René Descartes (1596-1650) et de Christiaan Huygens (1629-1695). Ils cherchaient à expliquer ce type de mouvement en ayant recours à une force centrifuge, soit une force qui tendait à éloigner du centre le corps en orbite. Les premières réflexions de Newton sur l'orbite lunaire prenaient également en compte une force centrifuge. Sa démarche a pris une orientation différente lorsque Robert Hooke (NH Hooke), vers la fin de 1679, a montré à Newton une nouvelle façon d'interpréter le mouvement d'une trajectoire courbe. Il considérait que le mouvement sur une telle trajectoire pouvait s'exprimer sous forme de deux composantes. Une composante inertielle dont la direction est tangente à la courbe de la trajectoire et une composante centripète, c'est-à-dire dirigée vers le centre. En considérant une force dirigée vers le centre, cette approche reconnaît toute l'importance du corps central. En développant cette nouvelle approche, Newton a pu démontrer les lois de Kepler et redonner toute son importance à la deuxième de ces lois, soit la loi des aires.

Par ses travaux sur les orbites planétaires, Newton a montré que les mêmes lois régissent à la fois la chute des corps et le mouvement des planètes. Il n'y a plus de distinction possible entre le monde sublunaire et le monde supra-lunaire d'Aristote. Newton a réalisé le vœu de Kepler, construire une physique fondée sur la causalité.

La gravitation universelle n'a pas échappé aux critiques. Descartes a reproché à Newton de faire un retour à la philosophie de la scolastique et à la magie en introduisant des forces qui agissent à distance et sans contact avec les objets sur lesquels elles s'exercent. Newton n'a pas expliqué comment la force gravitationnelle se transmet, mais il en a décrit les effets. Avec la déformation de l'espace-temps, Einstein proposera une explication au phénomène de la transmission des forces à distance. (▶ Newton-Lune en orbite, Newton_Force centripète, Newton_Loi inverse carré).