Avec Nos Elèves

La Lune tombe-t-elle comme une pomme ?

Valérie Donius
Centre International de Valbonne, Sophia Antipolis

Résumé : Nous proposons deux petits exercices sur la gravitation universelle. Newton affirmait que la Lune tombe, alors que l'observation quotidienne montre le contraire. Comment comprendre ?
Un nounours a autant d'effet que Mars. Les astrologues vont devoir réviser leurs calculs.

Mots-clefs : EXERCICE – LUNE - GRAVITATION

EXERCICE 1 : Répondre à la question du titre

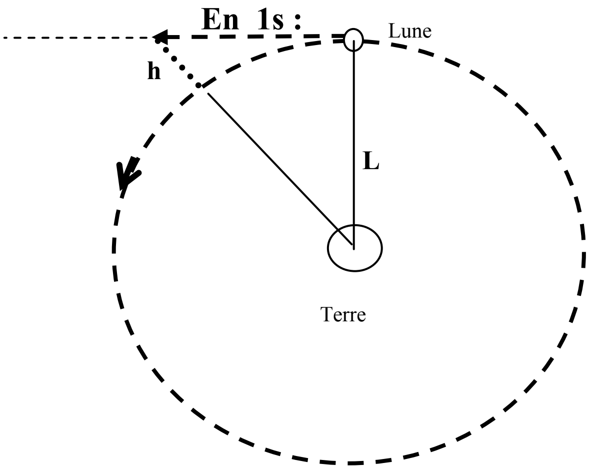

Figure 1

Les questions intermédiaires sont les suivantes :

1) En vertu du principe d'inertie ou 1ère loi de Newton, quelle serait la trajectoire de la Lune si la Terre n'était pas là ?

2) La Terre est bien présente. Repérer sur la figure la hauteur de chute.

3) *L* vaut 380 000 km environ. Estimer la vitesse *V* de la Lune, sachant qu'elle effectue un tour autour de la Terre en *T* = 27,7 j.

4) En 1s, la Lune aurait parcouru la distance V en ligne droite. En utilisant le théorème de Pythagore, calculer la hauteur h_{Lune} dont tombe la Lune en une seconde.

5) Réaliser une petite expérience afin de déterminer de quelle distance h_{pomme} chute une pomme (ou une balle) en 1 seconde à la surface de la Terre.

6) Comparer L au rayon terrestre de 6380 km ; puis comparer h_{Lune} à h_{pomme}

CORRECTION :

Vitesse de la Lune sur sa trajectoire : $V = 2.\pi.L / T$ = 2×π×380 000.000 / (27,7×3600×24)

D'où $V=997$ m.s^{-1} c'est à dire $V \approx 1000$ m.s^{-1}

En 1s, la Lune aurait parcouru la distance V en ligne droite. Calculons h….

Avec Pythagore : $V^2 + L^2 = (L + h)^2$

d'où $V^2 + L^2 = L^2 + h^2 + 2.h.L$

Hypothèse : h^2 négligeable, à vérifier a posteriori.
D'où

$V^2 \sim 2.h.L$

$h \approx V^2/(2L) = (10^3)^2/(2.380\,000.10^3) = 1{,}3.10^{-3}$ m

$h \approx 1{,}3.10^{-3}$ m

A posteriori on verifie que: $h^2 << V^2 << L^2$)

Donc, La Lune tombe de h_{Lune} =1,3 mm en 1 s ! ou 1,3.10^{-3}.m/s.

Or on vérifie qu'une pomme à la surface de la Terre tombe de h_{pomme} = 5 m en 1 s ..

$L / R_{Terre} = 3{,}8.10^8/6{,}38.10^6 \sim 60$ $L / R_{Terre} \sim 60$

Et $h_{pomme} / h_{Lune} = 5 /1{,}3.10^{-3} \sim 3800 \approx 60 \times 60$

Donc: la Lune, qui est 60 fois plus loin du centre de la Terre que ne l'est la pomme, est attirée (60.60) fois moins ! On confirme ainsi la loi de l'interaction gravitationnelle en $1/d^2$ établie par Newton! Ce génie a vu le premier ce qu'il était impossible de voir !

EXERCICE 2 : Effet comparé de Mars et d'un nounours

Une petite fille (F) de 50 kg tient son vieux nounours (N) de 0,5kg, situé à 5 cm d'elle Comparer la force exercée par le nounours sur la petite fille à celle exercée par la planète Mars M sur la petite fille. Conclure.

Données : *Constante universelle de la gravitation :* $G = 6{,}67.10^{-11}$ $N.m^2/kg^2$. *- Expression de la force d'interaction gravitationnelle entre deux masses* m_A *.et* m_B *situées à la distance* d_{AB} *l'une de l'autre :*
$F_{A/B} = G.\ m_A.m_B/\ d_{AB}^2$. *- Masse de la planète Mars :* 6.10^{23} *kg . - Distance minimum de la planète Mars à la Terre :* 55.10^6 *km..*

CORRECTION :

$F_{M/F} = G.M_M.M_F / MF^2 = 6{,}67.10^{-11}.\ 6.10^{23}.\ 50/\ (55.10^9)^2$

$F_{M/F} \sim 0.661.10^{-6}$ N

$F_{N/F} = G.M_N.M_F / NF^2 = 6{,}67.10^{-11}.\ 0{,}5.\ 50/\ (5.10^{-2})^2$

$F_{N/F} \sim 0.667.10^{-6}$ N

La force d'attraction du nounours est la même que celle de la planète Mars.
Un « horoscope fiable » devrait tenir compte de tous les nounours !!!