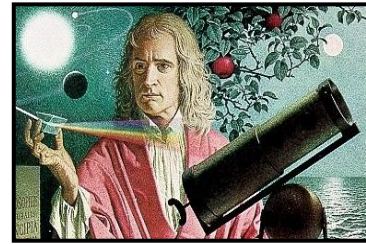


I- Introduction :

La lune est le seul satellite naturel de la Terre. Elle tourne autour de la Terre selon une orbite circulaire. Pourquoi la lune ne s'éloigne-t-elle pas de la Terre ? Quelque chose l'empêche de s'éloigner ou quelque chose l'attire vers la Terre ? La Terre attire la pomme, c'est pour cela qu'elle tombe. Si la Terre attire la Lune, pourquoi la lune ne tombe-t-elle pas sur Terre comme la pomme ? Chute des corps sur Terre et rotation de la Lune sont-ils incompatibles ?

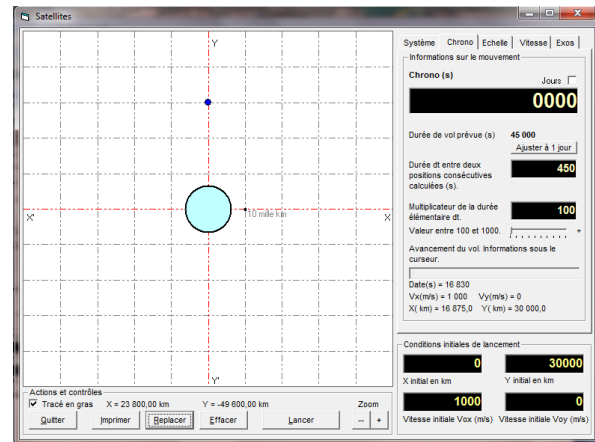
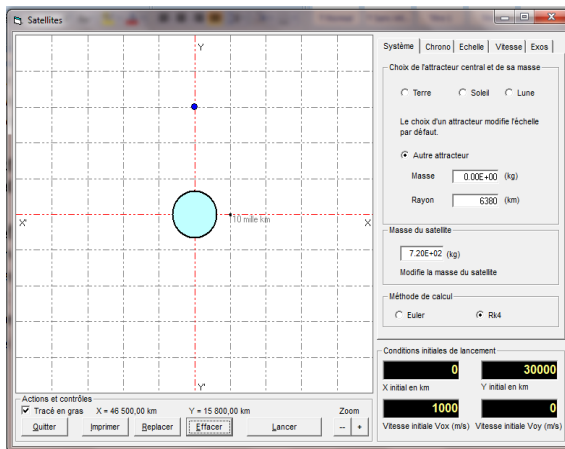
Isaac Newton (1642-1727) a été le premier à comprendre et à expliquer que ces deux phénomènes n'en faisaient qu'un et que la Lune tombait constamment vers la Terre... comme la pomme.

« Un projectile ne retomberait point vers la Terre, s'il n'était point animé par la force de gravité, mais s'en irait en ligne droite dans les cieux avec un mouvement uniforme si la résistance de l'air était nulle. C'est donc par sa gravité qu'il est retiré de la ligne droite, et qu'il infléchit sans cesse vers la Terre... Il se peut faire que la Lune par la force de sa gravité qui la porte vers la Terre soit détournée à tout moment de la ligne droite pour s'approcher de la Terre et qu'elle soit contrainte à circuler dans une courbe, et sans une telle force, la Lune ne pourrait être tenue sur son orbite. » Isaac NEWTON, Principes mathématiques de la philosophie naturelle, 1759.



II- Utilisation du logiciel de simulation « satellites » pour comprendre la nature des mouvements observés dans le système solaire.

1. Mouvement d'un satellite en l'absence d'attraction gravitationnelle



➔ Onglet « Système » :

- Choix de l'attracteur central : cocher autre attracteur
- et fixer sa masse à : 0 kg (absence de gravité)
- Masse du satellite $M_s = 720$ kg
- Conditions initiales de lancement du satellite
 $[X_0, Y_0] = [0, 30000]$ soit à 30 000 km du centre de la Terre
 $[V_x, V_y] = [1000, 0]$ soit une vitesse horizontale de 1000 m/s

➔ Onglet « chrono » :

- Fixer la durée dt entre deux positions successives à 450 s
- et le multiplicateur à 100 (soit une durée totale de vol de 45 000 s)

➔ Lancer le satellite et observer son mouvement

La trajectoire est.....

La vitesse (voir onglet « vitesse ») est

Conclure :

En l'absence de force, le mouvement du satellite est
C'est le **principe d'inertie** énoncé par Galilée puis Newton

2. Mouvement d'un satellite en l'absence de vitesse initiale

→ Onglet « Système » :

- Choix de l'attracteur central : cocher Terre (masse $M_T = 6.10^{24}$ kg)
- Conditions initiales de lancement du satellite
[Xo, Yo] = [0, 30000] soit à 30 000 km du centre de la Terre
[Vox, Voy] = [0,0] soit une vitesse initiale nulle

Les autres paramètres sont inchangés

→ Lancer le satellite et observer son mouvement

La trajectoire est..... La vitesse
Le mouvement n'est pas..... Le mouvement est.....

Conclure :

Soumis à la force gravitationnelle et en l'absence de vitesse initiale,
le satellite sur la Terre comme

3. Mouvement d'un satellite lancé avec une vitesse horizontale de faible valeur

→ « Effacer » la trajectoire précédente et « replacer » le satellite dans sa position initiale.

→ Lancer le satellite avec [Vox, Voy] = [500,0] soit une vitesse initiale horizontale de 500 m.s⁻¹ puis augmenter progressivement la vitesse à 1000, 1500, 2000 puis 2500 m.s⁻¹.

Les autres paramètres sont inchangés

→ Observer le mouvement pour chaque situation.

→ Modifier la valeur de la masse du satellite par exemple : $M_s = 0,200$ kg (pomme) ou $M_s = 7,35.10^{22}$ kg (Lune) et refaire quelques essais. Rq : écrire 7.35E22 pour $7,35.10^{22}$

Conclure :

Pour une vitesse initiale inférieure à m.s⁻¹, le satellite (comme.....).....
sur la Terre dans un mouvement de.....

4. Mouvement d'un satellite en orbite autour de la Terre

→ Pour la vitesse $V_{ox} = 2500$ m.s⁻¹

- Ajuster la durée dt entre deux positions successives pour fermer **exactement** la trajectoire (faire des essais successifs).
- Noter la durée de vol correspondant à une révolution complète du satellite autour de la Terre:
T=.....
- Comment appelle-t-on T ?
- Quelle est la nature de la trajectoire ?

5. Mouvement d'un satellite en orbite circulaire autour de la Terre

→ Augmenter la vitesse de lancer du satellite à 3000, 3500 puis 4000 m.s⁻¹. Lancer et observer.
Ajuster éventuellement la durée dt.

→ La trajectoire peut devenir circulaire pour une valeur de la vitesse bien choisie.

- Déterminer cette vitesse : $V_1 = \dots\dots\dots$
- Ajuster dt pour observer une révolution complète.

- Noter la période de révolution (durée de vol) correspondante : $T_1 = \dots\dots\dots$

Conclure :

Dans le référentiel géocentrique, la trajectoire du satellite est généralement
 Pour une valeur particulière de la vitesse, le satellite décrit une trajectoire..... autour de la Terre.

6. Vitesse de libération du satellite

- Que se passerait-il à votre avis si on augmentait la vitesse V_{ox} à 5000 puis 6000 $m.s^{-1}$?
- Faire un dessin qui représente votre hypothèse puis la vérifier grâce au simulateur (utiliser le bouton « zoom » pour adapter l'écran si nécessaire et ajuster éventuellement le facteur multiplicatif pour obtenir une durée de vol suffisante).

Conclure :

Au delà d'une certaine vitesse, appelée vitesse, le satellite à l'attraction gravitationnelle de la Terre. Son mouvement devient

III- Mise en orbite d'un satellite géostationnaire depuis la Terre

Pour mettre ce satellite en orbite, il faut deux phases. Dans la première on place le satellite sur sa position orbitale. Dans la deuxième une poussée est exercée, celle-ci lui donne la vitesse correcte pour qu'il reste sur cette orbite en mouvement circulaire uniforme.

1. Phase 1 : Lancer

- Le satellite est au sol. Position initiale $[X_o, Y_o] = [-6380, 0]$
- On lui donne une vitesse oblique. Vitesse initiale $[V_{ox}, V_{oy}] = [-6770, 7950]$
- Ajuster la durée $dt = 162s$ et le facteur multiplicateur x 100 pour une durée de vol de 16200 s.
- Noter la position finale du satellite :

$X_f = \dots\dots\dots km$ $Y_f = \dots\dots\dots km$

2. Phase 2 : Poussée

- Introduire les valeurs de X_f et Y_f comme position initiale $[X_o, Y_o]$ pour le début de la seconde phase.
- La poussée consiste à lui donner une vitesse $V_{ox} = 3080 ms^{-1}$, V_{oy} étant nulle.
- Ajuster la durée de vol à un jour puis lancer.

Conclure :

La trajectoire estet la vitesse est donc le mouvement est

La période de révolution $T = \dots\dots\dots s$

Comparer à la période de rotation de la Terre exprimée en seconde.....

Comment un observateur terrestre voit-il ce satellite ?.....

De quel type de satellite s'agit-il ?.....