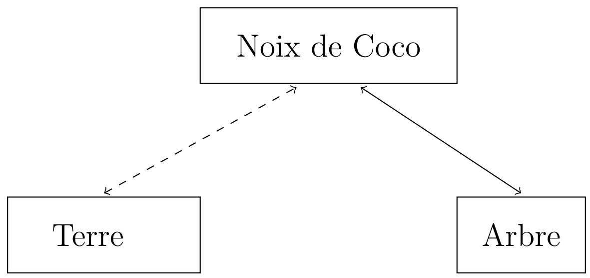
Correction des exercices

F.L.G.

11 mai 2020

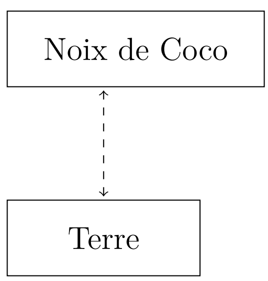
1er Exercice : 83 page 219

1.a. Lorsqu'elle est accrochée à l'arbre, la noix de coco subit 2 actions mécaniques (donc 2 forces). La première à distance avec la Terre, c'est son poids, la seconde est une action de contact avec la branche de l'arbre (donc l'arbre).

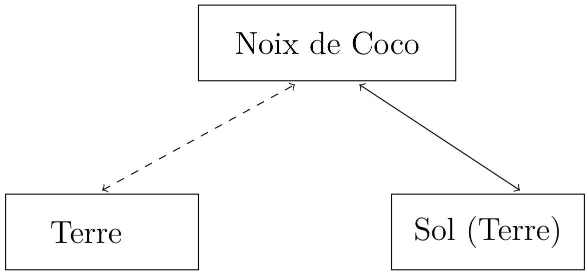


On rappelle que dans un diagramme objet ↔ interaction les flèches entières représentent les actions de contact, les flèches en pointillés des interactions à distance et que l'objet étudié est en haut du diagramme.

1.b. Lorsque la noix de coco est en train de tomber, elle subit une seule et unique action : son poids *(attention : on suppose que les frottements de l'air sont tellement faibles qu'ils n'existent pas, ce n'est par exemple pas le cas lorsqu'un vaisseau spatial revient sur terre car sa vitesse est gigantesque et l'air a une action notable sur le fuselage).*



1.c. Cette fois-ci, une fois la noix de coco posée au sol, elle subit 2 actions extérieures : son poids (dont l'auteur est la Terre) et la réaction du sol sur la noix de coco qui retient la noix au sol *(si cette force n'existait pas, la noix de coco continuerait à s'enfoncer vers le centre de la terre jusqu'à l'attendre).*



2. En fonction des situations on a 3 forces présentes : le poids (en rouge, vecteur $\overrightarrow{\mathrm{P}}$ en violet dans les schémas, qui s'applique au centre de gravité de la noix de coco, $\overrightarrow{\mathrm{T}}$ en bleu dans le schéma (1) est la force de tension mécanique exercée par la branche de l'arbre et s'applique sur le haut de la noix de coco, enfin $\overrightarrow{\mathrm{R}}$ en marron est la force de réaction du sol sur la noix de coco (qui fait que la noix est posée sur le sol immobile) qui s'exerce au point de contact entre le sol et la noix de coco.

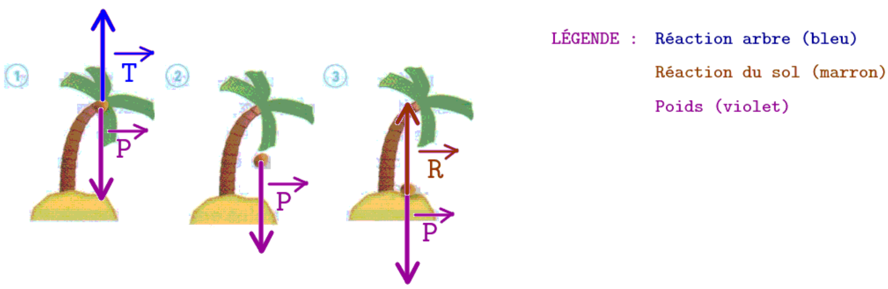


FIGURE 1 – Une noix de coco et son palmier dans 3 situations.

2e Exercice : 84 page 219

Pour comprendre la phrase en gras, il faut revenir à l'expression mathématique de la loi de la gravitation (ou attraction) universelle, si un objet A de masse « $\mathrm{m_A}$ » et un objet B de masse « $\mathrm{m_B}$ » dont les centres sont distants (éloignés) d'une distance « D » est donnée par la relation :

$$F_{A/B} = F_{B/A} = \mathcal{G} \times \frac{m_A \times m_B}{D^2} \tag{1}$$

avec $\mathcal{G} = 6,67 \times 10^{-11}\ N \cdot m^2/kg^2$

Dans cette écriture il est vu que la force de A sur B ($\mathrm{F_{A/B}}$) est égale (en valeur, mais opposée en sens) à la force de B sur A ($\mathrm{F_{B/A}}$)

3ᵉ Exercice : 85 page 219

1. Voici un schéma, comme aucune information n'est donnée sur l'éloignement des satellites les uns par rapport aux autres, les trajectoires sont faite au doigt-mouillé et Io choisie aléatoirement. Si par contre vous voulez les positionner à l'échelle, les voici du plus proche au plus éloigné :

1. Io (le plus proche) à 421 700 km ;
2. Europe à 671 000 km ;
3. Ganymède à 1 070 400 km ;
4. Callisto à 1 882 700 km

peu importe au final l'ordre des planètes, ce qui compte c'est la flèche (en rouge) qui va du centre d'Io vers le centre de Jupiter et qui représente la force exercée par Jupiter sur Io.

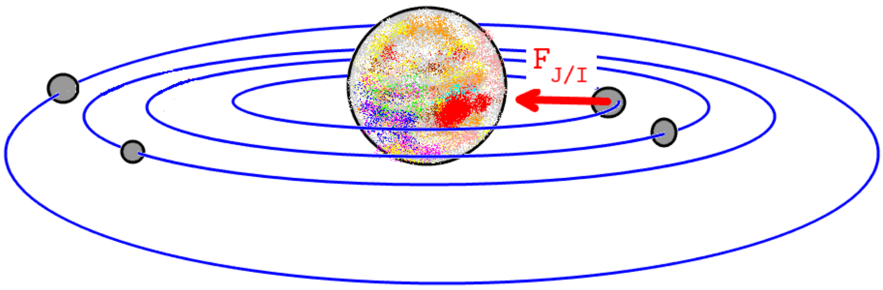


FIGURE 2 – Jupiter, ses 4 premiers satellites observés et la force $\mathrm{F}_{\mathrm{I/J}}$.

2. Calculons l'intensité de la force $\mathrm{F}_{\mathrm{I/J}}$ entre Jupiter et Io :

$$F_{J/I} = \mathcal{G} \times \frac{m_I \times m_J}{R^2}$$
$$F_{J/I} = 6,67 \times 10^{-11} \times \frac{8,93 \times 10^{22} \times 1,90 \times 10^{27}}{(421\ 700)^2}$$
$$F_{J/I} = 6,36390505609 \times 10^{28} \approx 6,36 \times 10^{28}$$

nous trouvons donc que l'intensité de la force d'attraction universelle entre Jupiter et Io[1] vaut $F_{J/I} = 6,36 \times 10^{28}$ N.

1. N'oubliez pas qu'il s'agit d'une interaction, aussi Io exerce sur Jupiter une force de même intensité, même direction mais sens opposé. Ce qui fait que l'on voit Io tourner autour de Jupiter c'est qu'Io est plus légère que Jupiter et donc subit par cette force un mouvement plus important. Notez que Jupiter, plus lourde, bouge aussi mais bien plus modestement (on dit alors qu'elle « oscille » autour d'une position d'équilibre.

4e Exercice : 89 page 221

1. Le document *doc.1* montre que M. Urbain Le Verrier a utilisé les connaissances antérieures *i.e.* la loi de l'attraction universelle de Newton qui est antérieure à sa découverte, et les observations des astronomes avant lui pour effectuer « de lourds calculs » et ainsi montrer que c'est à cause d'une nouvelle planète que la trajectoire d'Uranus (découverte par William Herschel le 13 mars 1781 (source : wikipedia) ne correspondait pas aux calculs que la loi d'attraction universelle prédisait.

Aussitôt les calculs de Le Verrier effectués positionnant ainsi la position théorique de Neptune, aussitôt celle-ci fût observée au télescope, invention du même Isaac Newton vers 1670 qui se basât sur des travaux antérieurs de Galilée vers 1605 eux-même basés sur des observations empiriques de Della Porta en 1575.

2.a. Voici le schéma où les deux planètes Neptune et Uranus sont les plus rapprochées l'une de l'autre.

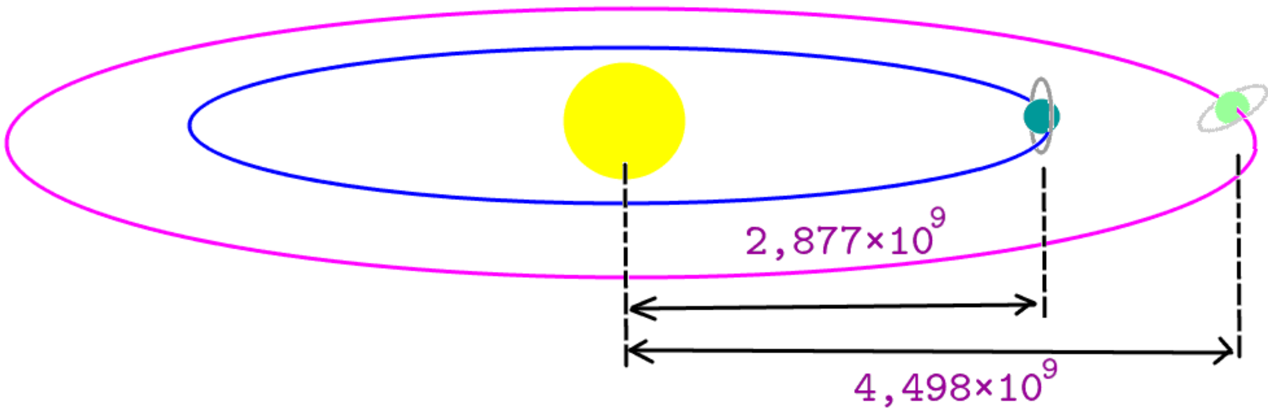


Figure 3 – Alignement Soleil — Uranus — Neptune

Vous garderez à l'esprit que c'est lorsque les deux planètes sont les plus rapprochées que l'intensité de la force d'attraction gravitationnelle est la plus élevée.

2.b. Pour pouvoir calculer l'intensité de la force d'attraction universelle il faut les informations suivantes :

— la masse de Neptune : elle est donnée dans l'énoncé : $m_N = 1,024 \times 10^{26}$ kg ;
— la masse d'Uranus qui est donnée aussi dans l'énoncé : $m_U = 8,681 \times 10^{25}$ kg ;
— la distance entre Neptune et Uranus lorsque les deux planètes sont les plus proches, cette donnée n'est pas fournie, mais, l'énoncé donne les distances moyennes des deux planètes par rapport au soleil :
  — Distance Soleil — Uranus : $d_{S-U} = 2,877 \times 10^9$ km ;
  — Distance Soleil — Neptune : $d_{S-N} = 4,498 \times 10^9$ km.

Dans la position décrite dans la figure précédente, on voit que pour calculer la distance entre Neptune et Uranus il suffit de faire une soustraction, j'appellerai $D_{U\leftrightarrow N}$ la distance minimale entre Neptune et Uranus :

$$D_{U\leftrightarrow N} = d_{S-N} - d_{S-U} = 4,498 \times 10^9 - 2,877 \times 10^9 = 1,621 \times 10^9$$

maintenant que nous connaissons cette distance, il suffit d'utiliser la formule de l'attraction universelle en y remplaçant chaque terme par la valeur numérique de l'énoncé ou issue du calcul :

$$F_{N/U} = \mathcal{G} \times \frac{m_U \times m_N}{(D_{U\leftrightarrow N})^2}$$
$$F_{N/U} = 6,67 \times 10^{-11} \times \frac{8,681 \times 10^{25} \times 1,024 \times 10^{26}}{(1,621 \times 10^9)^2}$$
$$F_{N/U} = 2,25646975671 \times 10^{23} \approx 2,26 \times 10^{23}$$

on trouve au final une valeur de force gravitationnelle maximale entre Neptune et Uranus qui vaut à peu près $2,26 \times 10^{23}$ N

3. L'hypothèse à formuler vient directement de la formule de l'attraction gravitationnelle, en effet elle se note $F = \mathcal{G} \times \dfrac{m_A \times m_B}{(D_{A\leftrightarrow B})^2}$ ce qui fait que lorsque les planètes sont éloignées d'une distance qui vaut le double du minimum possible, la force gravitationnelle est divisée par 2^2 c'est-à-dire 4, si elles sont 4 fois éloignées c'est 16 fois moins fort, 6 fois éloignées revient à une force 36 fois plus faible, etc... Cela montre que l'effet de l'attraction gravitationnelle décroît très vite avec la distance.

4. La planète Uranus n'est quasiment pas gênée par les autres planètes la plupart du temps (en restant grossier sur les approximations), cependant, lorsque Neptune s'approche d'Uranus (ce qui peut avoir lieu 2 fois par révolution de la planète Uranus) alors l'attraction va faire subir une légère accélération à Uranus dans un premier temps (approche de Neptune qui attire Uranus vers elle) puis va la freiner un peu lorsqu'elle s'en éloignera jusqu'à ce que l'attraction parasite subie soit négligeable. Lorsque les deux planètes sont au plus près l'une de l'autre, la trajectoire d'Uranus sera légèrement écartée et celle de Nepture légèrement rapprochée.