

Bureau d'études n°1

Éléments de balistique

$$R_T = 6371 \text{ km}$$
$$g_{0,T} = 9.825 \text{ m.s}^{-2}$$

Dans cette première section du bureau d'études, nous négligerons les effets de la rotation de la Terre sur elle-même.

1.1 Premiers lancers balistiques

Depuis une île du Pacifique, une équipe d'ingénieurs étudie la trajectoire de projectiles lancés dans l'océan depuis le haut d'un ancien volcan.

Un projectile est lancé parfaitement à l'horizontale depuis une altitude de 4 km, à la vitesse (phénoménale) de 2 km/s. Il est muni d'un système de propulsion qui compense exactement les frottements atmosphériques, de sorte que l'on peut négliger tous frottements et le considérer comme étant en chute libre.

- Quelle distance le projectile franchira-t-il avant de tomber dans l'océan ?
- À quelle vitesse l'équipe devrait-elle lancer le projectile pour qu'il effectue un tour complet de la planète ?

1.2 Choix de l'altitude

Pour limiter l'influence des frottements, l'équipe d'ingénieurs décide d'augmenter l'altitude à laquelle elle place ses projectiles sur une trajectoire horizontale.

Un·e ingénieur·e découvre qu'à 200 km d'altitude, la gravité est environ 6% plus faible qu'à la surface terrestre. À 800 km d'altitude, elle est environ 20% plus faible qu'à la surface.

Si la mise en orbite pouvait se faire sans frottements et sans pertes, laquelle de ces deux altitudes serait la plus économique en termes d'énergie pour y placer le projectile ?

1.3 Premier satellite

L'équipe d'ingénieurs prépare sa première mise en orbite, à 200 km d'altitude. Le précieux satellite, nommé Kitspun, pèse trois kilos. Pour détecter le passage du satellite, elle installe un radar à 10 000 km de la base de lancement.

- a) Avec quelle périodicité le radar rentrera-t-il en contact avec le satellite ?

Le radar pointe à la verticale et est capable de détecter le satellite au sein d'un cône de 10° d'angle.

- b) Quelle précision angulaire l'équipe doit-elle atteindre dans son lancement pour que le radar détecte le satellite lors de son premier passage ?
- c) Quelle précision doit être atteinte pour que le satellite soit aussi détecté lors de son second passage ?
- d) Combien d'énergie coûterait une modification de l'orbite, si il fallait changer la direction du satellite (à l'horizontale) de 3 degrés ?

Dans les problèmes suivants, il sera judicieux de tenir compte de la rotation de la Terre sur elle-même.

1.4 Satellite d'observation

L'équipe a placé son satellite en orbite à 200 km d'altitude. Son orbite est polaire, et il photographie l'équateur à chaque fois qu'il le survole du sud vers le nord.

Quelle distance latérale sépare les points qu'il photographie ?

1.5 Mesures radar précises

L'équipe d'ingénieurs a lancé un second satellite, cette fois ci en orbite circulaire équatoriale basse, dans la direction est.

Pour vérifier que son altitude est bien de 800 km, l'équipe souhaite mesurer précisément sa vitesse et son accélération à l'aide d'un radar placé à l'équateur.

Lors du passage à la verticale du radar, quelle accélération a_{rel} et vitesse v_{rel} lui permettront de confirmer la réussite du tir ?

