

Fiche d'exercices : LE MOUVEMENT ET LA VITESSE CORRECTION

Exercice 1

Le document ci-dessous présente les différentes positions occupées au cours du temps par une balle lâchée sans vitesse initiale.

Chaque position est marquée à intervalles de temps réguliers avec $\Delta t = 40$ ms. Le marqueur démarre son mouvement à $t = 0$ s.



1. Numérotez les positions sur l'enregistrement ci-dessous de t_0 à t_7 .

2. Quel est le système étudié ?

Le système étudié est la balle.

3. Quel est le référentiel de l'étude ?

Le référentiel d'étude est le référentiel terrestre.

4. Quelle est la trajectoire de cet objet ? Justifie ta réponse.

La trajectoire est rectiligne (les points appartiennent à la même droite) accéléré (la distance entre les points augmente au cours du temps).

5. Exprimez et calcule sa vitesse moyenne au cours du mouvement en $m.s^{-1}$ et $km.h^{-1}$.

$$v = d_{\text{totale}} / t$$

$$t = 7 \Delta t \text{ (il y a 7 intervalles entre les points)}$$

$$v = d_{\text{totale}} / 7 \Delta t$$

$$v = 0,147 / (7 \times 0,040)$$

$$v = 0,525 \text{ m/s}$$

6. Cette vitesse a-t-elle un sens ?

Cette vitesse n'est pas représentative du mouvement étudié puisque la vitesse est faible au départ et ne cesse d'augmenter au cours du temps pour devenir élevée.

7. Calculez la vitesse instantanée de l'objet aux instants t_4 et t_6 .

> t_4

$$v_4 = (d_{3-4} + d_{4-5}) / (2 \cdot \Delta t)$$

$$\text{A.N. : } v_4 = (d_{3-4} + d_{4-5}) / (2 \cdot 0,040)$$

$$v_4 = 0,047 / (2 \times 0,040)$$

$$v = 0,588 \text{ m/s}$$

> t_6

$$v_6 = (d_{5-6} + d_{6-7}) / (2 \cdot \Delta t)$$

$$v_6 = (d_{5-6} + d_{6-7}) / (2 \cdot 0,040)$$

$$v_6 = 0,078 / (2 \times 0,040)$$

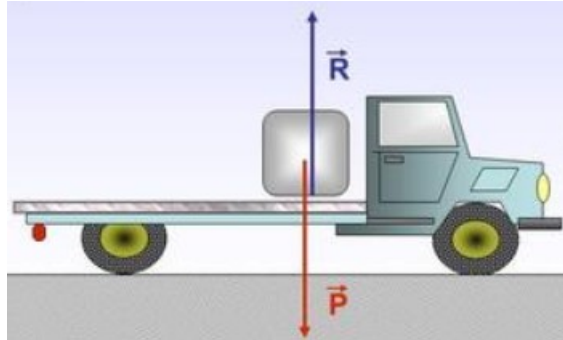
$$v = 0,975 \text{ m/s}$$

8. Représentez le vecteur vitesse à ces instants en utilisant une échelle de 1 cm pour 1 m/s.

Exercice 2

Un bloc de glace est posé sur le plateau d'un camion sur lequel il peut glisser sans frottement.

1. Représentez le schéma du système avec les forces qui s'exercent sur le bloc de glace.



Le poids P est une action à distance. Son point d'application est donc le centre de gravité du bloc.

La réaction du plateau R est une action de contact. Son point d'application est le point de contact entre le plateau et le bloc.

Les deux forces ont exactement la même intensité car elles se compensent. Les deux vecteurs, même s'ils n'ont pas le même point d'application ont donc exactement la même longueur.

2. Dans quel référentiel est-il le plus judicieux de réaliser cette étude ?

Le référentiel terrestre permet l'étude la plus simple de ce problème.

3. Que va-t-il se passer lorsque le camion va démarrer ?

Le bloc de glace peut glisser sans frottements sur le plateau du camion. Il n'est donc soumis qu'à deux forces qui se compensent : son poids P et la réaction du plateau R .

D'après le principe d'inertie, tout corps soumis à des forces qui se compensent persiste dans son état. Dans le référentiel terrestre, le bloc de glace va donc rester immobile. Le camion va avancer sans lui. Lorsque le bloc aura atteint le bout du plateau, il tombera verticalement au sol car, à partir de ce moment, il ne sera plus soumis qu'à son poids, la réaction du plateau ayant disparu.

Exercice 3

La station spatiale internationale est en orbite autour de la Terre à une altitude de 400 km et fait environ 0,65 tours de la Terre par heure.

1. Quel est son mouvement dans le référentiel géocentrique ?

Dans le référentiel géocentrique, le mouvement de la station spatiale est circulaire (elle décrit un cercle) uniforme (à vitesse constante).

2. Quelle est sa vitesse ?

La station parcourt un cercle dont le rayon R est égal à la somme de l'altitude de la station par rapport au sol h et du rayon de la Terre R_T .

$$R = h + R_T$$

Le périmètre P de ce cercle est donc :

$$P = 2 \cdot \pi \cdot R$$

$$P = 2 \cdot \pi \cdot (h + R_T)$$

Comme la station fait 0,65 tour de la Terre en une heure, la distance d parcourue est alors :

$$d = 0,65 \cdot P$$

$$d = 1,30 \cdot \pi \cdot R$$

$$d = 1,30 \cdot \pi \cdot (h + R_T)$$

$$v = d / t$$

$$v = (1,30 \cdot \pi \cdot (h + R_T)) / t$$

$$\text{A.N. : } v = (1,30 \cdot \pi \cdot (400 + 6378)) / 1$$

$$v = 2,77 \times 10^4 \text{ km/h} = 27\,700 \text{ km/h}$$

La vitesse de la station spatiale autour de la Terre est $v = 2,77 \times 10^4 \text{ km/h}$ (presque 30 000 km/h !!!).

Un cosmonaute effectue une réparation en dehors de la station. Il est accroché à la station et lâche malencontreusement son outil.

3. a. Quel sera le mouvement de l'outil après que le cosmonaute l'a lâché par rapport à lui ?

3. b. Quelle trajectoire décrira cet outil dans le référentiel géocentrique ?

Le marteau n'est pas lancé par le cosmonaute. Il subit la même force que ce dernier. Le marteau est donc immobile par rapport au cosmonaute et a un mouvement circulaire uniforme dans le référentiel géocentrique.

Exercice 4

Météosat est un satellite météorologique européen dont la masse est $m = 400 \text{ kg}$. Il fournit des images qui sont présentées au cours des bulletins météorologiques. Ce satellite est qualifié de géostationnaire, car, pour un observateur placé sur la Terre, il est fixe. Il est donc toujours situé au-dessus du même endroit à la surface de la Terre. Sa trajectoire décrit alors un cercle et sa vitesse, qui est constante, est égale à $v = 1,11 \cdot 10^4 \text{ km/h}$.

1. a. Quel est le mouvement du satellite dans le référentiel terrestre ?

Le satellite se situe toujours au-dessus du même point sur la Terre. Il est donc immobile dans le référentiel terrestre.

1. b. Quel est le mouvement du satellite dans le référentiel géocentrique ?

Le satellite se situe toujours au-dessus du même point sur la Terre, il tourne donc à la même vitesse que celle-ci tourne sur elle-même. Il est animé d'un mouvement circulaire uniforme dans le référentiel géocentrique.

2. Ce satellite est-il soumis à des forces qui se compensent ?

Ce satellite se déplace à vitesse constante mais pas rectilignement. Il subit donc une force ou des forces qui ne se compensent pas.

3. Combien de temps ce satellite met-il pour effectuer un tour complet autour de l'axe des pôles géographiques Nord-Sud ? Exprime ce temps en heures, minutes et secondes.

Le satellite suit le mouvement de rotation de la Terre sur elle-même. La durée de cette révolution est de 23h 56mn 4s (= un jour sidéral). Le satellite met donc lui aussi ce temps pour effectuer un tour complet autour de l'axe des pôles géographiques Nord-Sud.

4. Quelle est alors la distance parcourue par le satellite pendant cette durée ?

$$t = 23\text{h } 56\text{mn } 4\text{s} = 23\text{h} + 56/60\text{h} + 4/3600\text{h}$$

Météosat tourne autour de la Terre à la vitesse constante $v = 1,11 \times 10^4 \text{ km/h}$ (= 11 100 km/h).

Il parcourt la distance d en un jour sidéral.

$$d = v \cdot t$$

$$\text{A.N. : } d = 11\,100 \times (23 + 56/60 + 4/3600)$$

$$d = 265\,660 \text{ km}$$

Météosat parcourt une distance $d = 265\,660 \text{ km}$ en un jour sidéral.

5. Déduisez-en l'altitude h du satellite en km ?

La distance d parcourue par Météosat en un jour sidéral est égale à la circonférence du cercle qu'il suit dans sa révolution autour de la Terre. Ce cercle a un rayon R tel que:

$$R = R_T + h$$

avec $R_T =$ rayon de la Terre ($R_T = 6\,378 \text{ km}$) et h l'altitude du satellite.

Attention au piège ! Le Rayon du cercle parcouru par le satellite a pour centre celui de la Terre alors que l'altitude est mesurée par rapport à la surface de la Terre. Il faut donc prendre en compte le rayon de la Terre dans le rayon du cercle R .

$$d = 2\pi \times R$$

$$d = 2\pi \times (R_T + h)$$

$$d / 2\pi = R_T + h$$

$$\mathbf{h = d / 2\pi - R_T}$$

$$\text{A.N. : } h = 265\,660 / 2\pi - 6378$$

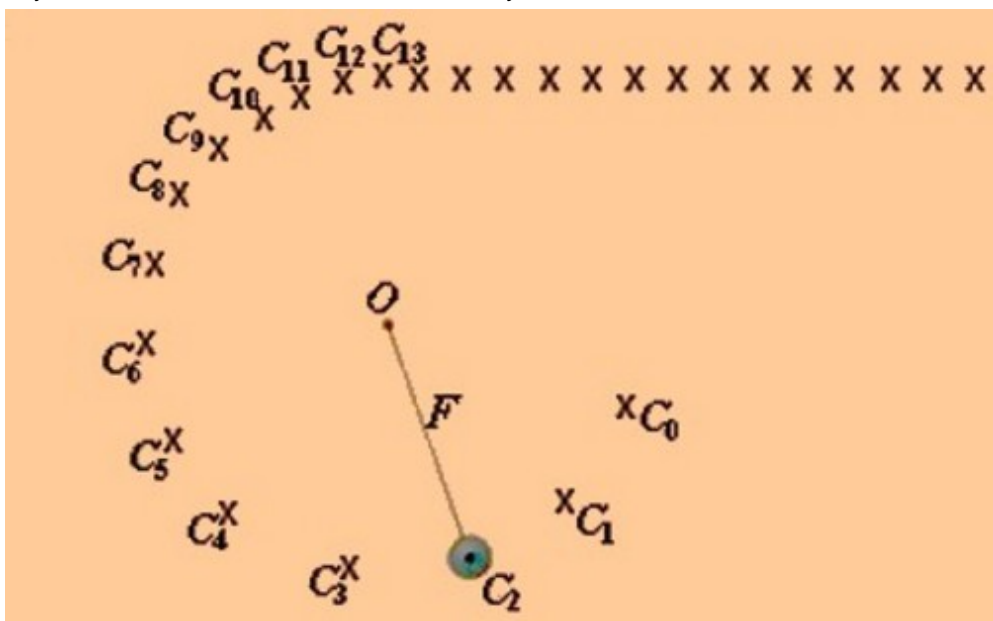
$$h = 35\,900 \text{ km}$$

Météosat tourne autour de la Terre à une altitude d'environ 36 000 km. Tous les satellites géostationnaires doivent être envoyés à cette altitude afin de tourner à la même vitesse que la Terre sur elle-même. S'ils sont plus proches, ils tournent plus vite qu'elle. S'ils sont plus éloignés, ils tournent plus lentement qu'elle (comme la Lune qui se situe à 380 000 km et tourne autour d'elle en un peu moins d'un mois).

Exercice 5

On a repéré à intervalles de temps constants la position d'un objet C (schéma ci-dessous).

1. Interprétez la trajectoire obtenue en termes de mouvements et de forces.



De C_0 à C_{13} , le mouvement est circulaire. L'objet C est donc soumis à une force qui s'exerce depuis le centre de la trajectoire et en direction de celui-ci.

De C_0 à C_{13} , la distance entre les points de la trajectoire diminue. Le mouvement est donc ralenti. L'objet subit une force qui le freine, telle que les frottements du support ou de l'air.

Après C_{13} , le mouvement est rectiligne (tous les points sont alignés) et uniforme (la distance entre les points est toujours la même). Après C_{13} , l'objet est donc soumis à des forces qui se compensent ou n'est plus soumis à aucune force.

2. Proposez un montage expérimental qui donnerait ce résultat.

Un objet relié par un fil tendu, ce qui permet le mouvement circulaire, est lancé sur un support sur lequel l'objet glisse avec frottements, ce qui permet le ralentissement.

Au point C_{13} , le fil se casse, le mouvement devient alors rectiligne, et l'objet glisse sur un support sans frottement, il en est ainsi s'il glisse sur de la glace ou sur un coussin d'air, ce qui rend le mouvement uniforme vu que la vitesse ne diminue plus.