

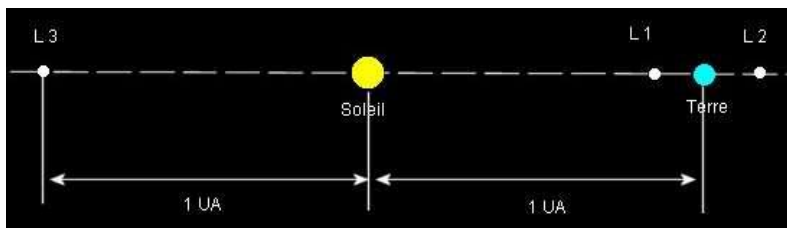
Exercice 1 : Télescopes spatiaux...

Le télescope spatial Hubble, du nom de l'astronome américain Edwin Hubble, a été lancé en 1990. D'une masse $m = 11$ tonnes, il est positionné sur une « orbite basse » à une altitude quasi constante $h = 600$ km de la surface de la Terre. Le télescope spatial James Webb, du nom d'un administrateur de la NASA, doit succéder au télescope Hubble en 2021. D'une masse de 6200 kg, il sera lancé par une fusée Ariane 5 puis mis en orbite à une distance proche de 1,5 millions de kilomètres de la Terre en un point dénommé « point de Lagrange L2 ».

D'après www.wikipedia.fr, www.hubblesite.org et <http://www.jwst.nasa.gov>

Document 1 : Points de Lagrange

Un point de Lagrange (il en existe 5, notés L1 à L5) est une position de l'espace où les champs de gravité de deux corps très massifs en orbite l'un autour de l'autre fournissent exactement la force centripète requise pour qu'un corps mis en ce point accompagne simultanément la rotation des deux corps. Dans le cas où les deux corps sont en orbite circulaire, ces points représentent les endroits où un troisième corps de masse très petite par rapport à celles des deux autres resterait immobile par rapport aux deux autres : il accompagne à la même vitesse angulaire leur rotation autour de leur centre de gravité commun (c'est quasiment le centre du soleil dans le cas des deux astres Terre et Soleil) sans que sa position par rapport à eux n'évolue.

Document 2 : Positions de points de Lagrange sur l'axe Soleil-Terre

Positions des points de Lagrange L1 à L3 sur l'axe Soleil-Terre <http://fr.wikipedia.org>

Données :

Constante de gravitation universelle : $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$

Masse du Soleil : $M_S = 1,99 \times 10^{30} \text{ kg}$

Masse de la Terre : $M_T = 5,97 \times 10^{24} \text{ kg}$

Distance moyenne Soleil-Terre : $d = 149,6 \times 10^6 \text{ km}$ équivaut à 1 UA (unité astronomique)

Rayon de la Terre : $R_T = 6370 \text{ km}$

Durée d'une année terrestre : 365,25 jours

1. Première partie : étude de l'orbite du télescope spatial Hubble

On étudie ici le système {télescope spatial Hubble} dans le référentiel géocentrique en négligeant l'interaction gravitationnelle du Soleil avec le télescope.

1.1. À l'aide de la deuxième loi de Kepler, que l'on énoncera, montrer que dans le cas d'une trajectoire circulaire, le mouvement du télescope Hubble est uniforme.

1.2. Donner l'expression du vecteur accélération d'un système en mouvement circulaire uniforme, puis

montrer que l'expression de la vitesse v du satellite dans le référentiel géocentrique est : $v = \sqrt{\frac{GM_T}{R_T + h}}$.

1.3. Rappeler la troisième loi de Kepler.

1.4. Établir l'expression de la période de révolution T de Hubble en fonction de R_T , h et v .

1.5. Montrer que $\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{GM_T}$ où $r = R_T + h$ représente la distance entre le centre de la Terre et Hubble.

1.6. Calculer la période de révolution T du télescope spatial Hubble, exprimée en minutes.

2. Deuxième partie : étude de l'orbite du télescope James Webb

2.1. En assimilant la trajectoire de la Terre autour du Soleil à un cercle, donner par analogie avec l'expression obtenue en 1.5, l'expression du rapport $\frac{T_T^2}{d^3}$ où T_T est la période de la Terre et d est la distance Terre-Soleil.

Le télescope James Webb sera positionné en 2021 au point de Lagrange L2.

2.2. Donner un argument « pratique » en faveur du choix du point L2 plutôt que du point L1, alors qu'il est pourtant envisageable de placer plusieurs satellites au même point de Lagrange.

2.3. En justifiant à l'aide du document 1, indiquer la valeur de la période de révolution du télescope James Webb autour du Soleil.

2.4. En déduire pourquoi l'expression donnée en 2.1. ne peut pas être valable pour le télescope James Webb.

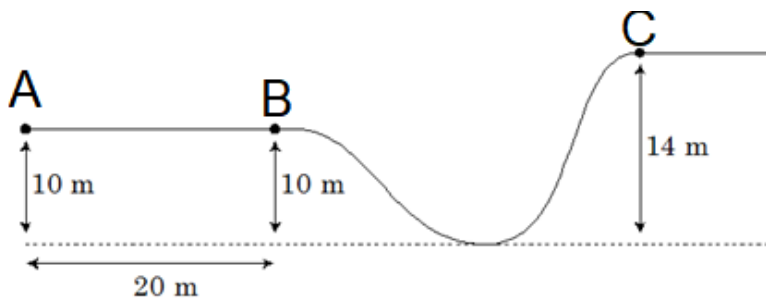
2.5. Proposer une interprétation à la réponse précédente.

Exercice 2 : Partisan du moindre effort...



Monsieur Tan est facteur et fait sa tournée à vélo. Chaque jour, il se pose la même question : comment atteindre la maison de Madame C (située en C sur la figure ci-dessous), en évitant de devoir

pédaler dans la côte qui précède sa maison ? Après avoir déposé le courrier dans la boîte aux lettres de monsieur A. (point A sur la figure), il pédale de toutes ses forces jusqu'au point B et se laisse aller en roue libre : il ne donne donc aucun coup de pédale entre B et C. Il remarque, après de nombreux essais, que les jours sans vent il doit atteindre une vitesse d'au moins $38,5 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ en B pour pouvoir atteindre C sans pédaler.



→ **Données pour tout l'exercice :**

- ▷ Champ de pesanteur terrestre : $g = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$.
- ▷ Dans tout l'exercice le système considéré est l'ensemble {facteur + vélo}, de masse $m=100 \text{ kg}$.

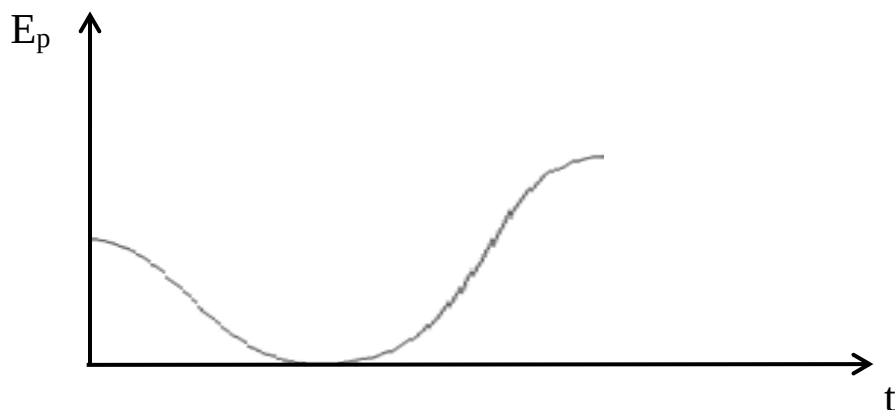
Étude du mouvement entre A et B

Le facteur part du point A avec une vitesse initiale nulle. Jusqu'au point B, on peut modéliser toutes les forces dues à son vigoureux pédalage par une force $\vec{F}$, constante, de même direction et de même sens que son mouvement. On néglige tout frottements de l'air.

1. Exprimer le travail de la force $\vec{F}$ entre A et B. Commenter le signe de ce travail.
2. En utilisant le théorème de l'énergie cinétique, calculer la valeur que doit avoir $\vec{F}$ pour que le facteur Tan arrive en B avec la vitesse de $38,5 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$.

Étude du mouvement entre B et C

3. Quelle hypothèse faut-il faire pour pouvoir considérer que l'énergie mécanique du système {facteur + vélo} entre B et C est constante ? Ce choix de modélisation sera considéré comme valide pour la suite de l'exercice.
4. En utilisant le théorème de l'énergie cinétique, exprimer puis calculer la vitesse minimale $v_{\min}$ que le facteur doit avoir en B afin de pouvoir atteindre le point C sans donner un seul coup de pédale entre B et C. Comparer à la valeur empirique de $38,5 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$.
5. La représentation graphique ci-dessous indique approximativement l'évolution temporelle de l'énergie potentielle de pesanteur du système entre B et C. Représenter, en reproduisant la courbe sur votre copie et en légendant clairement, les évolutions de l'énergie mécanique et de l'énergie cinétique.



Exercice 3 : Une expérience de pensée...

L'exoplanète la plus proche de la Terre se trouve à une distance $d = 4,0$ années-lumière de la Terre. Imaginons un astronaute (Raël) habitant sur cette exoplanète et voyageant vers la Terre dans un vaisseau spatial à la vitesse $v_1 = 0,90c$ par rapport à la Terre.

Imaginons un deuxième astronaute (Albert) habitant sur Terre et voyageant vers cette exoplanète dans un vaisseau spatial à la vitesse $v_2 = 0,20c$ par rapport à la Terre.

La Terre et les deux vaisseaux sont des référentiels supposés galiléens.

1. Pour un observateur terrestre, quel est le temps mis par la lumière pour aller de l'exoplanète à la Terre ?
2. Montrer que pour un observateur terrestre, la durée du trajet d'Albert est de 20 ans.
3. On s'intéresse dans cette question à la durée du trajet de Raël pour un observateur terrestre.
 - a. Indiquer les deux événements pris en compte, le référentiel propre et le référentiel impropre.
 - b. Quelle est la durée du trajet de Raël pour un observateur terrestre ?
 - c. Quelle est la durée du trajet de Raël pour une horloge liée à son vaisseau ? Exposer le raisonnement clairement.
 - d. Utiliser les réponses précédentes pour justifier l'appellation « dilatation du temps ».
4. Au cours du voyage, Raël émet un faisceau laser vers la Terre.
 - a. A quelle vitesse se déplace ce faisceau pour un observateur terrestre ?
 - b. A quelle vitesse se déplace ce faisceau pour Albert ?

Justifier les deux réponses à l'aide d'un argument de votre choix.

5. Albert et Raël se croisent. La vitesse v de Raël par rapport à Albert est :

$$v = 0,90 \times c ;$$

$$v = 0,93 \times c ;$$

$$v = 1,10 \times c ;$$

$$v = 1,13 \times c ;$$

$$v = 0,70 \times c ;$$

$$v = 1,03 \times c ;$$

$$v = 0,20 \times c ;$$

$$v = 0,87 \times c ;$$

Exercice 4 : QCM et représentations

1. Indiquer sur votre feuille ou à l'aide du [formulaire en ligne](#) la ou les bonnes réponses pour chacune des propositions.

		a	b	c
1	Quand une molécule est chirale,	elle n'est pas superposable à son image dans un miroir	son image dans un miroir plan est une molécule chirale	elle présente un plan de symétrie
2	Soient les molécules : A <chem>CC(O)CC</chem> B <chem>CC=CC</chem>	Elles sont toutes les deux chirales	A est achirale, B est chirale	Elles ont toutes les deux des stéréoisomères
3	La molécule 	possède seulement 2 isomères de conformation	possède 1 énantiomère	possède 2 atomes de carbone asymétriques
4		possède 2 atomes de carbone asymétriques	donne lieu à un seul couple d'énantiomères	donne lieu à 2 stéréoisomères de configuration
5		est un stéréoisomère Z	est un stéréoisomère E	possède un diastéréoisomère

2. Représenter un isomère de constitution de la molécule B.
3. Représenter deux énantiomères de la molécule A.