

Energie mécanique – Exercices – Devoirs

Exercice 1

Une dépanneuse remorque une voiture en panne sur une côte inclinée de 20° .

1. En supposant que le câble fait un angle de 30° avec le plan de la route et que la tension est constante et vaut 1 600 N, calculer le travail effectué par la dépanneuse sur la voiture si elle la remorque sur une distance de 500 mètres.

2. Le travail est-il moteur ou résistif/récepteur ?

On suppose que la voiture est remorquée à vitesse constante et on néglige tout frottement.

3. Quel est le travail du poids sur le même déplacement ? Le travail est-il moteur ou résistif ?

4. En déduire la masse de la voiture.

Exercice 2

En marchant normalement à vitesse constante, l'air exerce sur une personne une force de frottement d'environ $f \approx 0,3$ N dans la direction du vecteur vitesse mais de sens opposé.

1. Quel est le travail de cette force pour un déplacement en ligne droite d'un point A à un point B séparés d'une distance $d = 2$ km ?

2. Que vaut ce travail si la personne va de A à B en suivant cette fois un arc de cercle de rayon $R = 1$ km ?

3. Conclure quant à la nature conservative ou non de cette force.

Exercice 3

1. Définir une force conservative et donner les expressions des énergies potentielles associées aux forces conservatives suivantes :

- Poids : $\vec{P} = -mg \vec{e}_z$

avec $\vec{e}_z$ vertical de bas en haut et $E_p(h_0 = 0) = 0$

- Force de rappel : $\vec{F} = -k(x - x_0) \vec{e}_x$

On prendra pour référence $E_p(x_0) = 0$

- Force de coulomb : $\vec{F} = qE \vec{e}_x$ où E est le champ électrique et q la charge. On prendra comme référence $E_p(x = 0) = 0$.

- Force de gravitation : $\vec{F} = -\frac{GMm}{r^2} \vec{e}_r$

On prendra pour référence $E_p(+\infty) = 0$

2. A partir des expressions des énergies potentielles suivantes, en déduire l'expression des forces correspondantes :

Potentiel de Van der Waals et dipôle-ion : $E_p = \frac{\mu}{r^2} - \frac{k}{r^6}$

Potentiel de Yukawa : $E_p = -g^2 \frac{e^{-\alpha mr}}{r}$

Potentiel diatomique : $E_p = E_0 \left(\left(\frac{x_0}{x} \right)^{12} - 2 \left(\frac{x_0}{x} \right)^6 \right)$

Pour chaque potentiel, déterminer, si elle existe, une position pour laquelle l'énergie potentielle est minimale.

Exercice 4

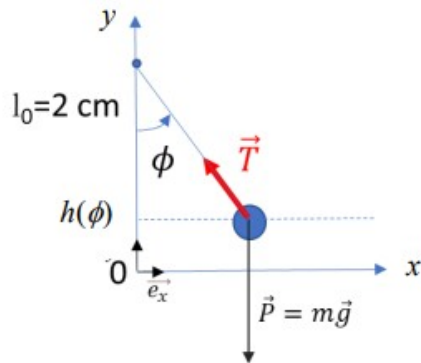
Il n'est pas rare d'observer dans notre système solaire des astéroïdes géocroiseurs dont la vitesse est de 20 km.s^{-1} . On suppose que l'un d'entre eux, de masse $m = 500$ kg, tombe sur Terre avec cette vitesse initiale suivant un mouvement de chute libre (rectiligne et sans frottement) à partir d'une altitude de 1000 km jusqu'à la surface terrestre. (On rappelle que la masse de la Terre est de 6.10^{24} kg et son rayon $R = 6400$ km.)

1. Déterminer, en J, la variation d'énergie potentielle de l'astéroïde dans sa chute associée à la force gravitationnelle de la Terre.

- En utilisant la conservation de l'énergie mécanique, déterminer la vitesse de l'astéroïde juste avant l'impact au sol et l'énergie cinétique correspondante (en J).
- Comparer cette énergie à la puissance de l'une des plus grosses bombes atomiques russes TSAR d'une puissance de 50 MT (Méga Tonnes).
AN : 1g de TNT libère 4000 J).

Exercice 5

On considère dans cet exercice le mouvement d'un pendule simple sans frottement, de longueur $l_0 = 2$ cm, conformément au schéma ci-dessous :



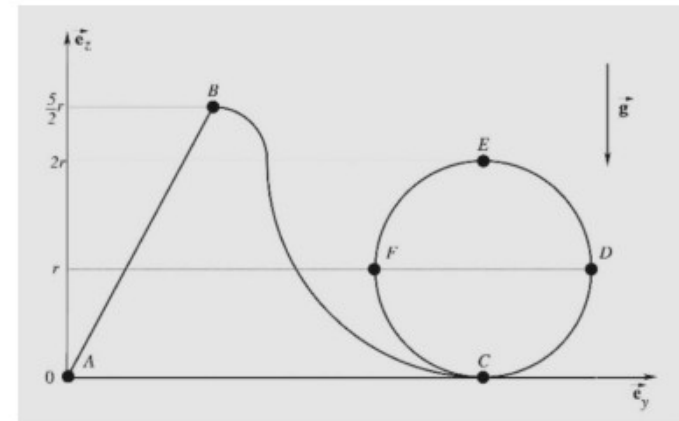
- Déterminer l'expression de $h(\phi)$ en fonction de l_0 et de l'angle $\phi(t)$.
- En déduire l'énergie potentielle $E_p(\phi)$ du pendule en prenant pour référence d'énergie potentielle associée au poids $E_p(\phi = 0) = 0$.
- Ecrire l'expression de l'énergie mécanique du pendule à chaque instant. On nommera v le module du vecteur vitesse.
- En utilisant le théorème de l'énergie mécanique retrouver l'équation différentielle du pendule obtenue en cours par l'emploi du principe fondamental de la dynamique. Peut-on résoudre cette équation différentielle de façon analytique aux grands angles ?

Exercice 6

Une masse fixée à un ressort se déplace sans frottement sur une tige le long d'un axe horizontal porté par le vecteur $\vec{e}_x$. Le ressort est accroché à un mur et sa longueur à vide l_0 est de 4 cm. L'origine du repère est choisie telle que la position d'équilibre de la masse m soit $x_0 = 0$.

- Quelle est la coordonnée du point de fixation (position du mur) ?
- Faire un schéma en faisant apparaître les forces et le repère choisi.
- En utilisant le théorème de l'énergie mécanique retrouver l'équation différentielle du mouvement du ressort.
- A $t = 0$, le ressort est lâché sans vitesse initiale de la position $x_1 = -3$ cm. Déterminer $x(t)$.

Exercice 7



Dans cet exercice, on étudie le mouvement d'un chariot se déplaçant sur les rails d'une montagne russe, schématisée par la figure ci-dessus. Le chariot, modélisé par un point matériel M , de masse m , effectue le parcours composé d'un trajet rectiligne, entre A et B , d'un trajet curviligne entre B et C et d'une boucle $CDEFC$. On note r le rayon de la boucle $CDEFC$.

Le chariot est envoyé de A vers B grâce à un système de propulsion qui lui communique une vitesse initiale en A . Le mouvement du chariot sur l'ensemble du parcours est supposé sans frottement. On notera $\vec{R}$ la réaction entre le chariot et les rails, supposée orthogonale au déplacement et $\vec{P}$ le poids du chariot. Le chariot n'est soumis à aucune autre force. On note $\vec{g}$ l'accélération de la pesanteur.

1. Que pouvez-vous dire de l'énergie mécanique du chariot ?
2. Déterminer l'énergie potentielle de pesanteur $E_p(z)$ du chariot en fonction de m , g et z . On prendra comme origine de l'énergie potentielle $E_p(z=0) = 0$.
3. Donner l'expression de l'énergie cinétique E_c du chariot, en fonction de m et v où v représente le module de la vitesse du chariot.

Trajet de A vers B :

4. Exprimer le travail du poids $\vec{P}$ sur le trajet AB , noté W_{AB} , sachant que $z_A = 0$ et $z_B = 5r/2$, en fonction de m , g et r . Commenter le signe de ce travail.

Trajet de B vers C :

5. On suppose que le chariot arrive au point B avec une vitesse de norme v_B . Montrer que le module v_C de la vitesse du chariot au point C vérifie $v_C^2 = v_B^2 + 5gr$. Le mouvement est-il uniforme, accéléré ou décéléré entre les points B et C ? Justifier.

Boucle $CDEFC$:

6. Le chariot parcourt la boucle $CDEFC$. Montrer que le module de la vitesse du chariot sur cette partie du trajet est tel que $v = v_B + 5gr - 2gz$ où z est la coordonnée de M sur l'axe $(O, \vec{e}_z)$.

Exercice 8

Montrer que, pour tout système en mouvement de rotation circulaire uniforme soumis à une force centrale de la forme $\vec{F} = \frac{k}{r^2} \vec{e}_r$, l'énergie potentielle est proportionnelle à l'énergie cinétique $E_p = aE_c$ où a est une constante sans dimension à déterminer.

Que vaut alors l'énergie mécanique du système en fonction de r et k ?