

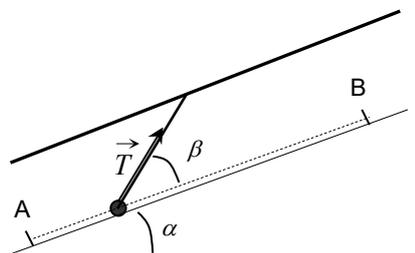
Aspect énergétique des phénomènes mécaniques

Exercice 1 : Télési

Un skieur de masse $m = 75 \text{ kg}$ est tracté par une perche faisant un angle $\beta = 20^\circ$ avec la pente. Le skieur s'élève d'un point A vers un point B distant de 350 m en gardant une vitesse constante $v = 7,2 \text{ km/h}$.

La piste est supposée parfaitement plane et fait un angle $\alpha = 25^\circ$ avec l'horizontale. La force T exercée par la perche sur le skieur est de 370 N . Lors de cette montée en télési, la piste exerce sur le skieur une force de frottement constante notée f .

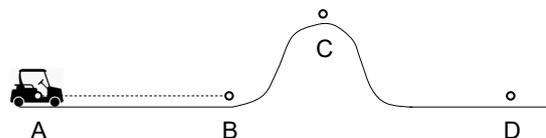
On négligera dans tout l'exercice les forces créées par l'air sur le skieur. (On prendra $g = 10 \text{ N/kg}$)



1. Pour quelle raison peut-on estimer que la force de frottement de la piste sur le skieur possède une valeur constante ?
2. Le skieur est-il pseudo-isolé ? Justifier clairement.
3. Justifier sans calcul que l'énergie mécanique du skieur n'est pas constante lors de cette ascension.
4. Quelle est ou quelles sont, parmi les forces exercées sur le skieur, celle(s) que l'on peut qualifier de conservative(s) ?
5. Donner l'expression littérale la plus simple possible du travail des forces f , T , P et de la réaction normale du support R . On utilisera uniquement les données suivantes pour exprimer ces travaux : AB , α , β , g , f , T et m
6. A l'aide du théorème de l'énergie cinétique entre A et B, calculer la valeur de f .

Exercice 2 : Energie mécanique

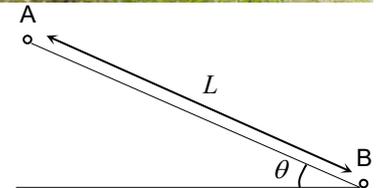
Une petite voiturette de masse $m = 200 \text{ g}$ est poussée sur une distance $AB = L = 30 \text{ cm}$ avec une force F constante de $2,0 \text{ N}$. La voiturette est alors lâchée en B et monte jusqu'au point C où elle finit par s'arrêter. On négligera toutes les forces de frottement lors de cet exercice. (On prendra $g = 10 \text{ N/kg}$)



1. (C) Montrer que la voiturette attend le point B avec une vitesse $v_B = 2,4 \text{ m/s}$.
2. (C) Déterminer la hauteur h_C du point C en considérant la hauteur de A comme référence ($h_A = 0 \text{ m}$).
3. (A) En supposant que la voiturette franchisse le point C et redescende jusqu'au point D, calculer le travail du poids de la voiturette sur le trajet AD.

Exercice 3: Deval'kart

Lors d'une compétition de Deval'kart, une voiture sans moteur dévale en accélérant constamment une pente rectiligne de longueur $L = 150 \text{ m}$ et inclinée d'un angle $\theta = 19,5^\circ$ par rapport à l'horizontale. La masse de la voiture et de son pilote est de $m = 80,0 \text{ kg}$. On prendra $g = 9,81 \text{ N/kg}$. L'étude du mouvement sera effectuée dans le référentiel de la piste.



1. Lors d'une descente de la piste, le système {pilote + voiture} est soumis à son poids P , à la réaction normale du support R et à une force de frottement unique f de 120 N supposée constante. Donner l'expression littérale du travail de chacune de ces forces en fonction de m , g , θ et L .

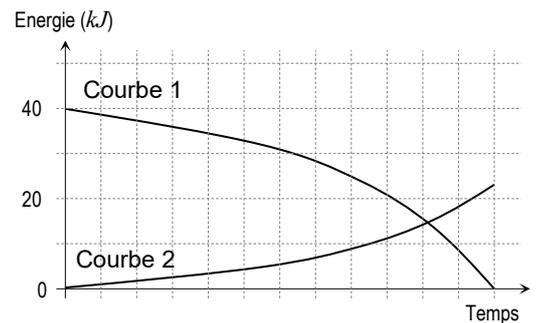
2. Donner le théorème de l'énergie cinétique.

3. Déduire de ce théorème la vitesse v_B de la voiture au bas B de la piste sachant que le pilote démarre du haut de la piste A avec une vitesse nulle.

4. Définir le mouvement de la voiture et le type du référentiel considéré.

5. Nommer la ou les forces non-conservatives exercées sur le système.

6. A l'aide du graphe ci-contre donnant l'évolution de l'énergie cinétique et de l'énergie potentielle de pesanteur du système durant une descente, déterminer la hauteur du sommet A de la piste en détaillant le raisonnement suivi. On précise que l'altitude du point B est égale à 0 m .



7. Tracer sur le graphe ci-contre l'évolution de l'énergie mécanique du système.

8. Quelle est la direction et le sens du vecteur résultante des forces qui s'exerce sur le système ? Justifier.

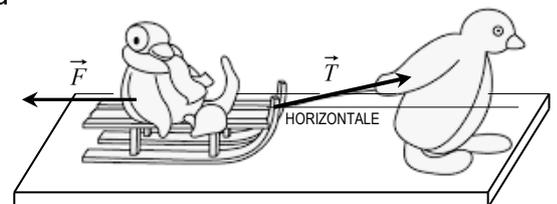
9. En prenant $v_B = 23,5 \text{ m/s}$ et $\Sigma F = 147 \text{ N}$, calculer la durée d'une descente.

Exercice 4: La luge

Soit une luge de masse $m = 45 \text{ kg}$ avec son chargement tirée au moyen d'une corde inextensible faisant un angle $\alpha = 27,0^\circ$ avec l'horizontale.

Cette force exercée par la corde sur la luge est notée T .

Toutes les forces de frottement sont modélisées par une unique force horizontale notée F et opposée au déplacement de la luge.

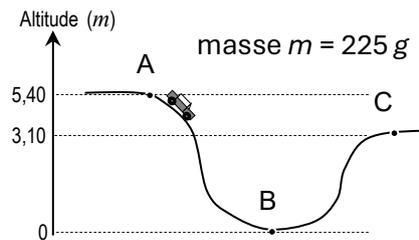


La luge part d'un point A et va vers un point B à vitesse constante $v = 1,4 \text{ m/s}$ sur une piste enneigée et horizontale de longueur $L = AB = 250 \text{ m}$.

1. Citer les quatre forces non négligeables qui s'exercent sur la luge.
2. Calculer l'énergie cinétique de la luge au point A.
3. La luge est-elle pseudo-isolée ? Justifier rigoureusement en définissant le sens de ce mot.
4. Donner l'expression du travail de chacune des quatre forces qui s'exercent sur la luge entre A et B en fonction de α , L , F et T .
5. En utilisant le théorème de l'énergie cinétique, calculer la valeur de la tension T de la corde sachant que la force de frottement F a une valeur de $35,0\text{ N}$.
6. On admet que la force de frottement F est proportionnelle à la vitesse v de la luge. On peut donc écrire que : $F = k \times v$ avec k une constante. Déterminer la valeur de k et préciser son unité à l'aide d'une étude dimensionnelle complète et détaillée.
7. Pour quelle vitesse donnée en km/h de la luge la force de frottement sera égale à 21 N ?

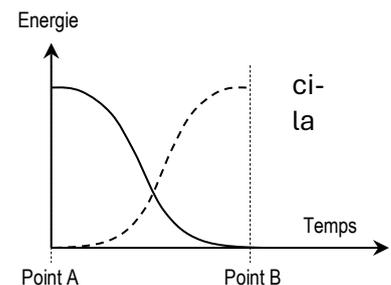
Exercice 5: La voiturette

Un enfant libère sans la lancer ($v_A = 0$) une voiturette de depuis un point A d'une piste dont le profil est donné ci-contre. On négligera toutes les forces de frottement et on prendra ici $g = 9,81\text{ N/kg}$.



1. Donner l'expression générale de l'énergie mécanique d'un système en mouvement en fonction de son altitude z et de sa vitesse v .
2. Expliquer pourquoi l'énergie mécanique de la voiturette se conserve.
3. Calculer l'énergie mécanique de la voiture en A.
4. Déterminer la vitesse v_B de la voiture au point B.
5. Même question pour la vitesse v_C au point C.
6. En supposant que le point C se trouve à la même altitude que le point A, serait-il possible de calculer le travail du poids sur le trajet de A à C ?
Si oui, déterminer sa valeur ?

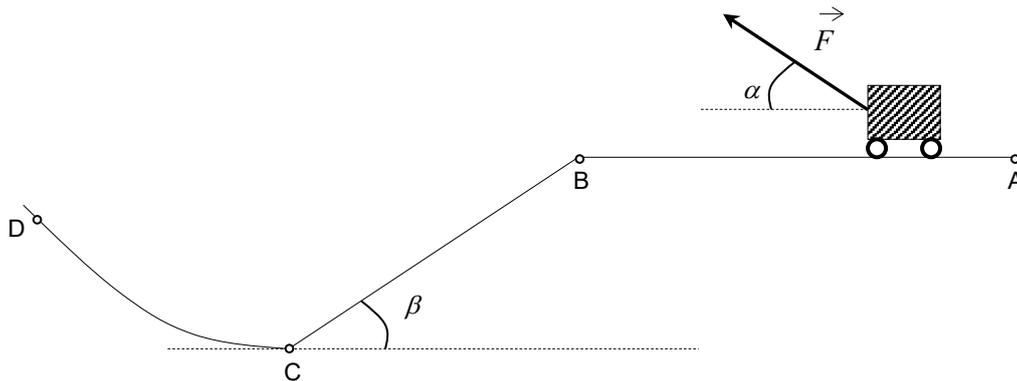
7. On a représenté l'évolution de l'énergie cinétique et de l'énergie potentielle de la voiturette entre le point A et le point B sur le graphe ci-contre. Quelle est de ces deux énergies celle qui est représentée par courbe pleine ? Justifier.



Exercice 6 : Chariot en mouvement

Partie 1 : Mouvement entre A et B

On considère un chariot de masse $m = 20 \text{ kg}$ tiré le long d'une piste horizontale AB de longueur $L = 4,0 \text{ m}$ par une force F inclinée d'un angle $\alpha = 40^\circ$ par rapport au déplacement et de valeurs $F = 120 \text{ N}$. Le chariot garde une **vitesse constante** de $v_A = 1,0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ entre A et B. On prendra $g = 10 \text{ N/kg}$.



- 1.1. Sans en négliger aucune, faire l'inventaire de toutes les forces exercées sur le chariot.
- 1.2. Donner l'expression littérale du travail de la force F en fonction de F , α , et L puis calculer sa valeur.
- 1.3. Le chariot est-il pseudo-isolé ? Justifier rigoureusement.
- 1.4. Montrer sans calcul que l'énergie mécanique du chariot se conserve.
- 1.5. Le chariot est pourtant soumis à plusieurs forces non conservatives. Comment expliquer que son énergie mécanique se conserve malgré cela ?

Partie 2 : Mouvement entre B et C

En arrivant au point B on supprime la force motrice F et le chariot aborde une piste BC de longueur $d = 3,0 \text{ m}$ inclinée par rapport à l'horizontale d'un angle $\beta = 25^\circ$. Lors de cette descente, le chariot n'est soumis qu'à son poids P , la réaction normale du support R et une force de frottement unique notée f opposée au déplacement et de valeur 30 N .

- 2.1. Donner l'expression littérale la plus simple du travail de chacune de ces trois forces en fonction des données.
- 2.2. Déterminer la vitesse v_C avec laquelle le chariot arrive au point C.
- 2.3. En déduire la nature du mouvement du chariot entre B et C.

Partie 3 : Mouvement entre C et D

On néglige à présent toutes les forces de frottement entre C et D.

3. En supposant que le chariot arrive au point C d'altitude $h_C = 0 \text{ m}$ avec une vitesse $v_C = 3,7 \text{ m/s}$, déterminer l'altitude h_D du point D où le chariot finit par s'arrêter en remontant la pente CD.

Exercice 7: Galilée et la Nasa

La Lune est l'unique satellite naturel de la Terre. Sa masse est insuffisante pour lui permettre d'avoir une atmosphère. En août 1971, lors de la mission Apollo 15, des astronautes américains se posèrent sur la Lune et effectuèrent l'expérience décrite ci-dessous :

L'astronaute David Scott tient dans sa main gauche une plume de masse $m_1 = 0,03 \text{ g}$ et dans sa main droite un marteau de masse $m_2 = 1,32 \text{ kg}$, les deux objets se trouvant alors à $z = 1,3 \text{ m}$ du sol. Puis il les lâche simultanément et, comme attendu, ils percutent le sol lunaire au même instant. David Scott déclare alors :

" How about that ! Mister Galileo was correct in his findings ! "

On appelle A le point de départ du marteau lors de sa chute et B son point juste avant l'impact au sol.

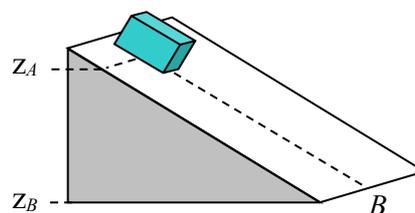
1. Pourquoi la Lune se prête-t-elle de manière idéale à cette expérience ?
2. Déterminer l'expression de l'énergie mécanique $E_m(A)$ du système {marteau} au point A en prenant comme altitude de référence la surface de la Lune.
3. Déterminer l'expression de l'énergie mécanique $E_m(B)$ du système {marteau} au point B où le marteau avait une vitesse notée v_B .
4. Montrer alors que la vitesse de l'impact v_B est forcément la même pour le marteau et pour la plume.
5. Déterminer l'expression du champ de gravité g à la surface de la Lune en fonction de v_B et z . Calculer sa valeur sachant que $v_B = 2,05 \text{ m/s}$.

Exercice 8: Mobile sur plan incliné

Un cube de glace de masse m est lâché sans vitesse initiale au point A sur un plan incliné d'un angle $\theta = 30^\circ$ par rapport à l'horizontale. On étudie le mouvement de ce glaçon dans le référentiel du plan incliné.

On négligera toute forme de forces de frottement durant la descente du glaçon jusqu'au point B .

Arrivé en B d'altitude $z_B = 0 \text{ m}$, le glaçon a alors une vitesse $v_B = 0,75 \text{ m/s}$.



Donnée : • $g = 9,8 \text{ N/kg}$

1. Décrire le mouvement du glaçon sur le plan incliné.
2. Faire l'inventaire des forces qui s'exercent sur le glaçon.
3. Ces forces se compensent-elles ? Justifier rigoureusement.
4. Donner l'expression littérale de l'énergie mécanique $E_m(A)$ du glaçon au point A .
5. Même question pour $E_m(B)$ au point B .
6. Déterminer la valeur de l'altitude z_A .

7. En déduire la longueur du trajet AB .

8. Sachant qu'au point C situé entre A et B la vitesse instantanée du glaçon est $v_C = 0,30 \text{ m/s}$, déterminer l'altitude z_C du point C .

9. Quelle est l'énergie représentée sur le graphique ci-contre ? Justifier.

10. Représenter le plus précisément possible sur ce graphe l'autre énergie qui complète l'énergie mécanique E_m du glaçon.

11. Avec les hypothèses de cet énoncé, quelle aurait été la vitesse au point B de ce glaçon si sa masse avait été deux fois plus grande ? Justifier.

