Correction exercices Mesure du temps et énergie

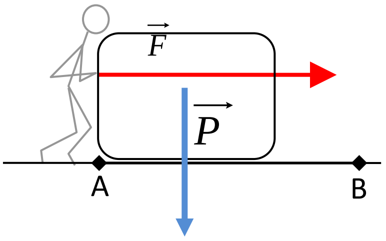
Ex

3 Calculer le travail d'une force constante

a. Calculer le travail de la force exercée par un déménageur qui pousse une armoire de masse $m = 150$ kg en la faisant glisser sur le plancher d'un appartement sur une longueur de 5 m. Il exerce une force de direction horizontale, de valeur $F = 4 \times 10^2$ N. Ce travail est-il moteur ou résistant ?

b. Calculer le travail du poids de l'armoire.

a.



$W_{AB}\left(\vec{F'}\right) = \vec{F'} \cdot \overrightarrow{AB} = F' \times AB$ A.N. $W_{AB}\left(\vec{F'}\right) = 4 \times 10^2 \times 5 = 2 \times 10^3 J$

$W_{AB}\left(\vec{F'}\right) > 0$ Le travail est moteur

b. $W_{AB}\left(\vec{P}\right) = \vec{P} \cdot \overrightarrow{AB} = 0$

Ex n°13 P 233

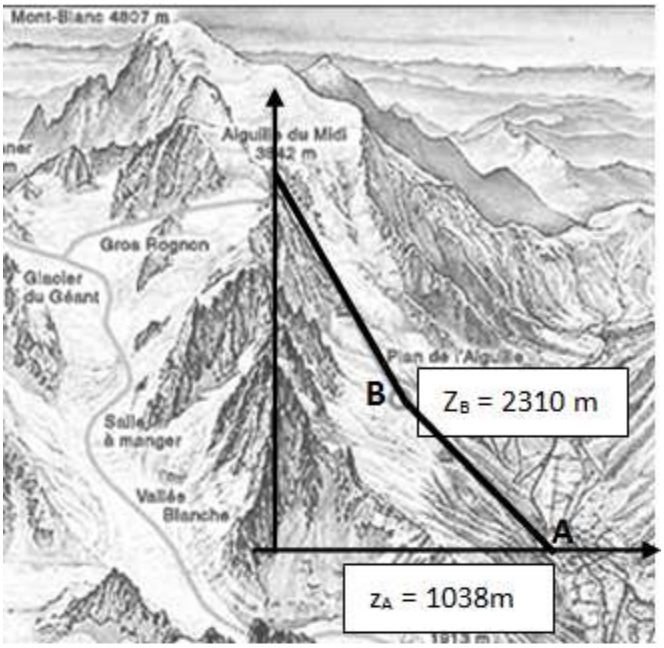
4 Calculer le travail de la force de pesanteur

Pour découvrir sans fatigue la haute montagne, un touriste emprunte le téléphérique de l'Aiguille du Midi entre la station de Chamonix à l'altitude 1 038 m et la station intermédiaire du plan de l'Aiguille à l'altitude de 2310 m. La longueur totale parcourue par la cabine du téléphérique est alors de 2 555 m.

Calculer le travail du poids de la cabine à la montée, puis à la descente. Préciser dans les deux cas si ce travail est moteur ou résistant.

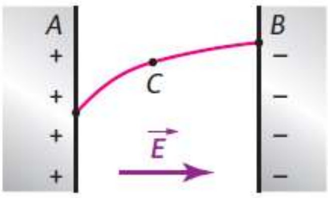
Donnée : masse de la cabine avec les passagers $m = 6{,}5 \times 10^3$ kg.

- Lors de la montée :
  $W_{AB}\left(\vec{P}\right) = \vec{P} \cdot \overrightarrow{AB} = mg \cdot (z_A - z_B)$ A.N. $W_{AB}\left(\vec{P}\right) = 6{,}5 \times 10^3 \times 9{,}8 \times (1038 - 2310) = -81 \times 10^6 J$
  Le travail du poids est résistant
- Lors de la descente :
  $W_{BA}\left(\vec{P}\right) = \vec{P} \cdot \overrightarrow{BA} = mg \cdot (z_B - z_A)$ A.N. $W_{AB}\left(\vec{P}\right) = 6{,}5 \times 10^3 \times 9{,}8 \times (2310 - 1038) = 81 \times 10^6 J$
  Le travail du poids est moteur



Ex n°14 P 233

14 Calculer le travail d'une force électrique



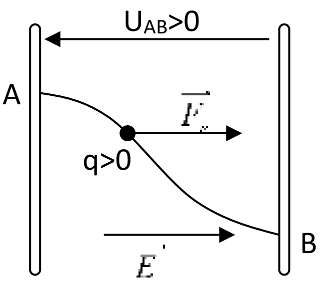
Des particules portant une charge q positive pénètrent entre les deux plaques d'un condensateur plan. Il règne à l'intérieur du condensateur un champ électrostatique uniforme $\vec{E}$ de valeur $E = 5{,}0 \times 10^4\ \text{V}\cdot\text{m}^{-1}$, de direction perpendiculaire aux plaques et de sens de A vers B.

La distance entre les plaques est $d = 10$ cm.

DONNÉE $q = 3{,}2 \times 10^{-19}$ C.

a. Déterminer les caractéristiques de la force électrique $\vec{F}_E = q\vec{E}$ qui s'exerce sur la particule lorsqu'elle est entre les deux plaques. La représenter pour la position C.

b. Calculer le travail de la force $\vec{F}_E$ pour le déplacement représenté en rose sur la figure.



a. La charge électrique étant positive, La force électrique est dirigée dans le même sens que le champ électrique.

b. $W_{AB}\left(\vec{F_e}\right) = q \cdot \vec{E} \cdot \overrightarrow{AB} = q \cdot E \cdot d$ A.N. $W_{AB}\left(\vec{F_e}\right) = 3{,}2 \times 10^{-19} \times 5 \times 10^4 \times 0{,}10 = 1{,}6 \times 10^{-15} J$

Ex n°15 P 233

15 Calculer l'énergie mécanique

Émilie frappe une balle de tennis de masse $m = 150$ g.
À cet instant, le centre d'inertie de la balle est à la hauteur $h = 2{,}0$ m par rapport au sol. Sa vitesse a une direction inclinée d'un angle $\alpha = 10°$ par rapport à l'horizontale, vers le haut, et a pour valeur $v_0 = 90\ \text{km}\cdot\text{h}^{-1}$.

a. Calculer l'énergie mécanique de la balle à l'instant de la frappe sachant que l'énergie potentielle est choisie nulle au niveau du sol.

b. En l'absence de frottements, que vaut l'énergie mécanique de la balle lorsqu'elle passe au-dessus du filet à la hauteur $h = 0{,}91$ m par rapport au sol ?

Choix de l'origine de l'énergie potentielle : Ep = 0 pour z=0, soit au niveau du sol
Conséquence : Ep = m.g.z

a. Calcul de l'énergie mécanique au départ de la balle :
$Em = Ep + Ec$
avec $Ep = mgz_i = mgh$
Et $Ec = \frac{1}{2}m{v_0}^2$
D'où $Em = \frac{1}{2}m{v_0}^2 + mgh$ A.N. $Em = \frac{1}{2} \times 0{,}150 \times \left(\frac{90}{3{,}6}\right)^2 + 0{,}150 \times 9{,}8 \times 2 = 50J$

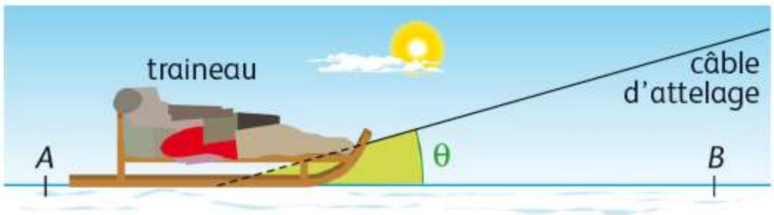
b. Il n'y a pas de frottement. La seule force s'exerçant sur le système (le poids) est conservative. L'énergie est donc conservée au cours du mouvement.

Ex n°25 P 234

16 Glisser sur la neige

Compétences générales *Effectuer un calcul – Restituer ses connaissances*

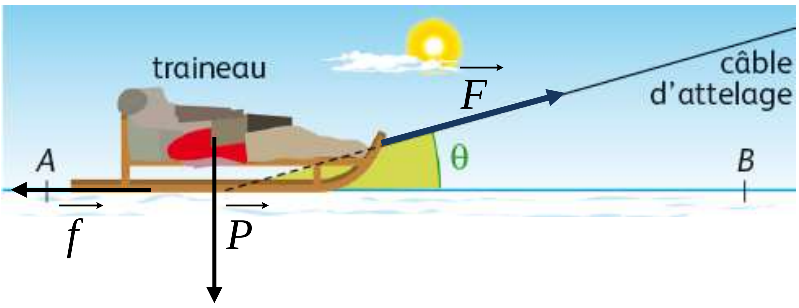
Un traîneau est tiré sur la neige par un attelage de chiens entre deux points A et B distants de 350 m.
Le câble de l'attelage exerce sur le traîneau une force $\vec{F}$ que l'on supposera constante, de valeur $2{,}0 \times 10^2$ N. Le câble fait un angle $\theta = 10°$ avec la direction de AB. Pendant le déplacement, la neige exerce une force de frottement $\vec{f}$ que l'on supposera constante, de valeur $f = 1{,}7 \times 10^2$ N, de direction AB et de sens opposé au déplacement.



a. Calculer le travail de la force de traction $\vec{F}$ lors de ce déplacement. Est-il moteur ? résistant ?

b. Calculer le travail de la force de frottement $\vec{f}$ lors de ce déplacement. Est-il moteur ? résistant ?

Système d'étude : {traineau}
Bilan des forces :



$W_{AB}\left(\vec{F}\right) = \vec{F} \cdot \overrightarrow{AB} = F \times AB \times cos\,\theta$ $\qquad W_{AB}\left(\vec{F}\right) = 2{,}0 \times 10^2 \times 350 \times cos\,1\,0 = 6{,}9 \times 10^4 J$

travail moteur

$W_{AB}\left(\vec{P}\right) = \vec{P} \cdot \overrightarrow{AB} = 0$

$W_{AB}\left(\vec{f}\right) = \vec{f} \cdot \overrightarrow{AB} = -f \times AB$ $\qquad W_{AB}\left(\vec{f}\right) = -1{,}7 \times 10^2 \times 350 = 9{,}4 \times 10^3 J$

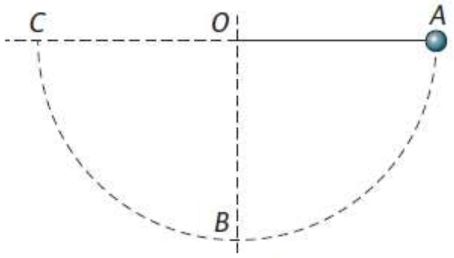
travail résistant

Ex n°26

26 Pendule et travail du poids

COMPÉTENCES Analyser, réaliser, valider.

Un pendule formé d'un fil de longueur $\ell = 50$ cm et d'une bille assimilable à un point matériel de masse $m = 100$ g est lâché depuis sa position horizontale A. En oscillant, la bille atteint le point C.



a. Calculer le travail du poids de la bille entre :
– les positions A et B ;
– les positions B et C ;
– les positions A et C.
b. Indiquer les cas où le travail est moteur ou résistant.
c. Ce pendule est-il soumis à des forces de frottement ? Justifier la réponse.

$W_{AB}\left(\vec{P}\right) = mg \cdot (z_A - z_B) = mg \cdot l$

$W_{AB}\left(\vec{P}\right) = 0{,}100 \times 9{,}8 \times (0{,}50) = 0{,}49J$ travail moteur

$W_{BC}\left(\vec{P}\right) = mg \cdot (z_B - z_C) = mg \cdot (-l) = -mg \cdot l$

$W_{BC}\left(\vec{P}\right) = -0{,}49J$ travail résistant

$W_{AC}\left(\vec{P}\right) = mg \cdot (z_A - z_C) = mg \cdot 0 = 0$

Pas de frottement car $z_C = z_A$: l'énergie mécanique est conservée

Ex n°20 P 234

L'épreuve du Kandahar compte pour la Coupe du monde de descente en ski alpin.
Les données concernant la piste de Chamonix sont les suivantes : altitude de départ : 1 871 m ; dénivelé : 870 m ; longueur de la piste : 3 343 m.

❶ Calculer le travail du poids d'un skieur de masse $m = 90$ kg entre le départ et l'arrivée de la course.

❷ Quelle est la variation d'énergie potentielle de pesanteur de ce skieur entre le départ et l'arrivée de la course ?

❸ Si on néglige les frottements, quelle pourrait être la valeur maximale de la vitesse du skieur v_{max} en bas de la piste ? Est-ce réaliste ?

1. $W(\vec{P}) = mg(z_i - z_f)$ A.N. $W(\vec{P}) = 90 \times 9{,}8 \times 870 = 7{,}8 \times 10^5\ J$
2. $\Delta Ep = Ep_f - Ep_i = mgz_f - mgz_i = mg \cdot (z_f - z_i) = mg \cdot (-h) = -mgh$

   Rq : $\Delta Ep = -W\left(\vec{P}\right)$

   A.N. $\Delta Ep = 90 \times 9{,}8 \times (-870)$= -7,8×10^5 J
3. Sans frottement, il y aurait conservation de l'énergie mécanique car les forces agissant sur le skieur sont conservatives (le poids $\vec{P}$) ou leur travail est nul (pour la réaction de la piste perpendiculaire à la piste : $W_{\vec{R}} = 0$)

   L'énergie potentielle se convertirait entièrement en énergie cinétique : $\Delta E_p = -\Delta Ec$

   soit $\Delta Ep = -\left(\frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_i^2\right)$

   avec $v_i = 0$ on arrive à $\Delta Ep = -\frac{1}{2}mv_f^2$ soit $v_f = \sqrt{\frac{-2\Delta Ep}{m}}$

   A.N. $v_f = \sqrt{2 \times 7{,}8 \times \frac{10^5}{90}} = 132\ m.s^{-1} = 474\ km.h^{-1}$

   Vitesse non réaliste

Ex

19 Le « grand saut »

Compétences générales *Effectuer un raisonnement scientifique – Commenter un résultat*

Le projet « Grand saut »
Michel Fournier, parachutiste français, ouvrira la porte (de sa capsule) à une altitude de 40 km. À cause de la très faible pression, et donc d'une traînée aérodynamique réduite, sa vitesse augmentera rapidement jusqu'à atteindre $1{,}1 \times 10^3\ km \cdot h^{-1}$ à l'altitude de $3{,}5 \times 10^4$ m. Il sera alors le premier homme à franchir le mur du son en chute libre.

a. Calculer l'énergie mécanique du sauteur à l'instant où il quitte sa cabine avec une vitesse nulle (par rapport à la Terre) et celle où il atteint l'altitude de $3{,}5 \times 10^4$ m.

b. L'énergie mécanique s'est-elle conservée entre ces deux instants ? Sinon, calculer le travail des forces de frottement qui s'exercent sur le parachutiste.

Données : le saut ayant lieu à grande altitude, on prendra $g = 9{,}75\ N \cdot kg^{-1}$, la masse du parachutiste et de son équipement est $1{,}5 \times 10^2$ kg.

Choix de l'origine de l'énergie potentielle : Ep = 0 pour z=0, soit au niveau du sol
Conséquence : Ep = m.g.z

a. Calcul de l'énergie mécanique au départ de la chute : $Em_i = Ep_i + Ec_i$

avec $Ep_i = mgz_i$

Et $Ec_i = \frac{1}{2}mv_0{}^2 = 0$car $v_0 = 0$ (pas de vitesse initiale)

D'où $Em_i = mgz_i$ A.N. $Em_i = 1{,}5 \times 10^2 \times 9{,}75 \times 40 \times 10^3 = 5{,}85 \times 10^7 J$

Calcul de l'énergie mécanique à l'altitude $z_f = 3{,}5 \times 10^4$m : $Em_f = Ep_f + Ec_f$

avec $Ep_f = mgz_f$

Et $Ec_f = \frac{1}{2}mv_f{}^2$

D'où $Em_i = mgz_i$

A.N. $Em_f = 1{,}5 \times 10^2 \times 9{,}75 \times 35 \times 10^3 + \frac{1}{2} \times 1{,}5 \times 10^2 \times \left(\frac{1{,}1 \times 10^3}{3{,}6}\right)^2 = 5{,}82 \times 10^7 J$

b. Variation de l'énergie mécanique : $\Delta Em = Em_f - Em_i$

A.N. $\Delta Em = 5{,}82 \times 10^7 - 5{,}85 \times 10^7 = -3 \times 10^6 J$

Il y a une perte d'énergie mécanique de 6MJ. Cette perte correspond au travail des forces non conservatives : les forces de frottements sont responsables de la dissipation de l'énergie mécanique sous forme de chaleur.

On a donc : $W\left(\vec{f}\right) = \Delta Em = -3 \times 10^6 J$

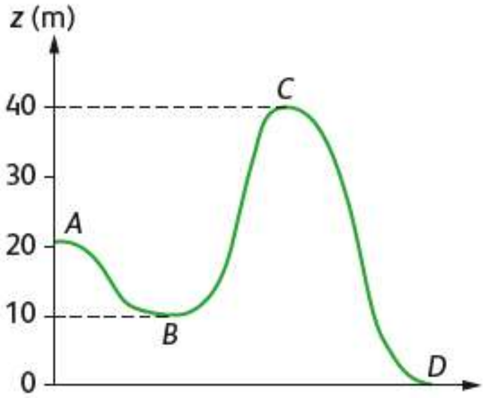
Ex

20 Montagnes russes

Compétences générales *Effectuer un raisonnement scientifique – Effectuer un calcul*

Les profils des montagnes russes sont très différents, comme les émotions que peuvent provoquer ces attractions.

Un wagon de masse M se déplace sur un rail dont le profil est représenté ci-dessous. Il est lancé du point A avec une vitesse de valeur v_A de telle sorte qu'il passe en C avec une vitesse de valeur $v_C = 20\ \text{km}\cdot\text{h}^{-1}$. On suppose qu'il n'y a pas d'échange d'énergie avec l'extérieur.



a. Donner l'expression de l'énergie mécanique du wagon au point C en fonction de M, v_C, g et z_C l'altitude du point C.

b. Établir l'expression de la valeur v_A de la vitesse du wagon en A. Calculer v_A.

c. Quelle sera la vitesse du wagon à l'arrivée en D ?

d. Indiquer qualitativement les modifications qu'apporterait l'existence de frottements.

a. Expression de l'énergie mécanique en C :

$$Em_C = Ep_C + Ec_C$$

avec $Ep_C = Mgz_C$

Et $Ec_C = \frac{1}{2}M{v_C}^2$

D'où $Em_C = Mgz_C + \frac{1}{2}M{v_C}^2$

b. Expression de l'énergie mécanique en A :

$$Em_A = Ep_A + Ec_A$$

avec $Ep_A = Mgz_A$

Et $Ec_A = \frac{1}{2}M{v_A}^2$

D'où $Em_A = Mgz_A + \frac{1}{2}M{v_A}^2$

Le système {chariot} n'est soumis qu'à son poids, force conservative. L'énergie mécanique se conserve et on peut écrire : $Em_A = Em_C$

donc $Mgz_A + \frac{1}{2}M{v_A}^2 = Mgz_C + \frac{1}{2}M{v_C}^2$

$$gz_A + \frac{1}{2}{v_A}^2 = gz_C + \frac{1}{2}{v_C}^2$$

$${v_A}^2 = 2g\cdot(z_C - z_A) + {v_C}^2$$

$$v_A = \sqrt{2g \cdot (z_C - z_A) + {v_C}^2}$$

A.N. $v_A = \sqrt{2 \times 9{,}8 \cdot (40 - 20) + \left(\frac{20}{3{,}6}\right)^2} = 20{,}6 m.s^{-1}$ soit 74,0km.h^{-1}

Autre rédaction possible :
Le système {chariot} n'est soumis qu'à son poids, force conservative. L'énergie mécanique se conserve et on peut écrire : $\Delta Ec = -\Delta Ep = W_{\vec{P}_{A \to C}}$
Avec $W_{\vec{P}_{A \to C}} = Mg\,.(z_A - z_C)$
D'où $\frac{1}{2}Mv_C^2 - \frac{1}{2}Mv_A^2 = Mg\,.(z_A - z_C)$
soit $v_A = \sqrt{2g \cdot (z_C - z_A) + {v_C}^2}$

c. Expression de l'énergie mécanique en D :

$$Em_D = Ep_D + Ec_D$$

avec $Ep_D = Mgz_D$
Et $Ec_D = \frac{1}{2}M{v_D}^2$
D'où $Em_D = Mgz_D + \frac{1}{2}M{v_D}^2$

L'énergie se conserve, on peut donc écrire entre C et D :

$$Em_D = Em_C$$

donc
$$Mgz_D + \frac{1}{2}M{v_D}^2 = Mgz_C + \frac{1}{2}M{v_C}^2$$
$$gz_D + \frac{1}{2}{v_D}^2 = gz_C + \frac{1}{2}{v_C}^2$$
$${v_D}^2 = 2g \cdot (z_C - z_D) + {v_C}^2$$
$$v_D = \sqrt{2g \cdot (z_C - z_D) + {v_C}^2}$$

A.N. $v_D = \sqrt{2 \times 9{,}8 \cdot (40 - 0) + \left(\frac{20}{3{,}6}\right)^2} = 28{,}6 m.s^{-1}$ soit 102 km.h^{-1}

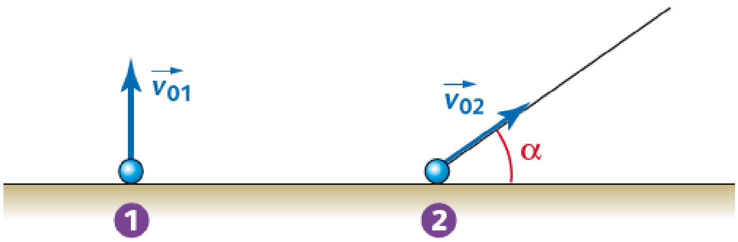
d. L'existence de frottements, force non conservative, entrainerait une dissipation de l'énergie mécanique sous forme de chaleur. L'énergie mécanique diminuerait au cours du mouvement. En conséquence :
La vitesse initiale v_A devrait être supérieure à celle calculée
La vitesse finale v_D sera inférieure à celle calculée.

Ex

21 Chacun sa direction

Compétences générales *Effectuer un raisonnement scientifique – Restituer ses connaissances*

Deux billes identiques assimilables à des points matériels de masse m sont lancées à partir d'un même plan horizontal de deux façons différentes :
– la bille ① est lancée verticalement avec la vitesse $\vec{v}_{01}$;
– la bille ② est lancée le long d'un plan incliné d'un angle avec l'horizontale avec la vitesse $\vec{v}_{02}$.
Les vitesses $\vec{v}_{01}$ et $\vec{v}_{02}$ ont une même valeur notée v_0. On appelle h_1 et h_2 les altitudes maximales atteintes respectivement par les billes ① et ②. On supposera que les déplacements se font sans frottement.



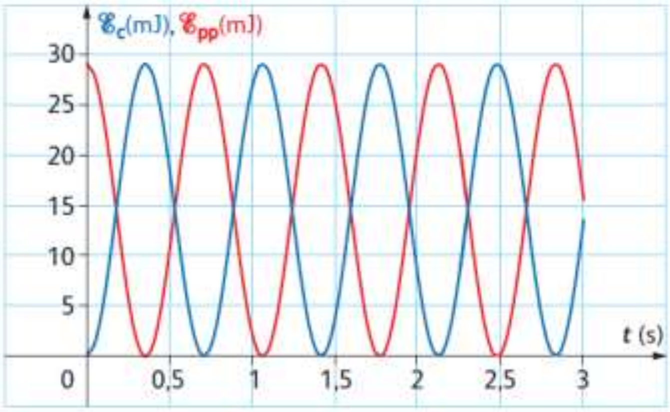
En étudiant l'évolution de l'énergie mécanique de chaque bille, établir la relation entre h_1 et h_2.

- Expression de h_1, altitude maximale atteinte dans le cas (1) :
  Le système {billet} n'est soumis qu'à son poids, force conservative. L'énergie mécanique se conserve et on peut écrire : $\Delta Ec = -\Delta Ep = W_{\vec{P}_{0\to S}}$
  Avec $W_{\vec{P}_{0\to S}} = mg\,.(z_0 - z_S)$
  D'où $\frac{1}{2}mv_S^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 = mg\,.(z_0 - z_S)$
  Or $v_S = 0$ et $z_0 - z_S = -h_1$
  D'où $-\frac{1}{2}m{v_0}^2 = -mgh_1$
  Et $h_1 = \frac{{v_0}^2}{2g}$

- Expression de h_2, altitude maximale atteinte dans le cas (2) :
  Le système {billet} n'est soumis qu'à son poids, force conservative. L'énergie mécanique se conserve et on peut écrire : : $\Delta Ec = -\Delta Ep = W_{\vec{P}_{0\to S}}$
  Avec $W_{\vec{P}_{0\to S}} = mg\,.(z_0 - z_S)$
  D'où $\frac{1}{2}mv_S^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 = mg\,.(z_0 - z_S)$
  Or $v_S = v_0\,.cos\alpha$ et $z_0 - z_S = -h_2$
  D'où $\frac{1}{2}m{v_0}^2.\cos^2\alpha - \frac{1}{2}mv_0^2 = -mgh_2$
  Et $h_2 = \frac{{v_0}^2.(1-\cos^2\alpha)}{2g}$

  Relation entre h_1 et h_2 : $h_2 = h_1 \cdot (1 - cos^2\,\alpha)$

Ex n°28 P 237



28 ★ Étude énergétique d'un pendule simple

COMPÉTENCES Analyser, réaliser, valider.

Un pendule est modélisé par un fil de masse nulle, de longueur $\ell = 0{,}50$ m, fixé en un point A, et par un point matériel S de masse $m = 0{,}20$ kg, accroché à l'extrémité libre du fil.
On écarte le pendule de sa position d'équilibre et on le lâche : le pendule oscille ensuite librement.
On appelle abscisse angulaire l'angle θ que fait le pendule avec sa position d'équilibre.
L'étude des oscillations est réalisée dans un référentiel terrestre supposé galiléen. L'origine de l'axe des altitudes est prise à la position d'équilibre stable du point matériel S.
Les variations de l'énergie potentielle de pesanteur $\mathscr{E}_{pp}$ mise en jeu au cours des oscillations sont reproduites ci-dessous. On a choisi $\mathscr{E}_{pp} = 0$ J à la position d'équilibre stable du point matériel.

a. Réaliser un schéma du pendule et vérifier que l'énergie potentielle de pesanteur du pendule simple s'exprime par la relation :

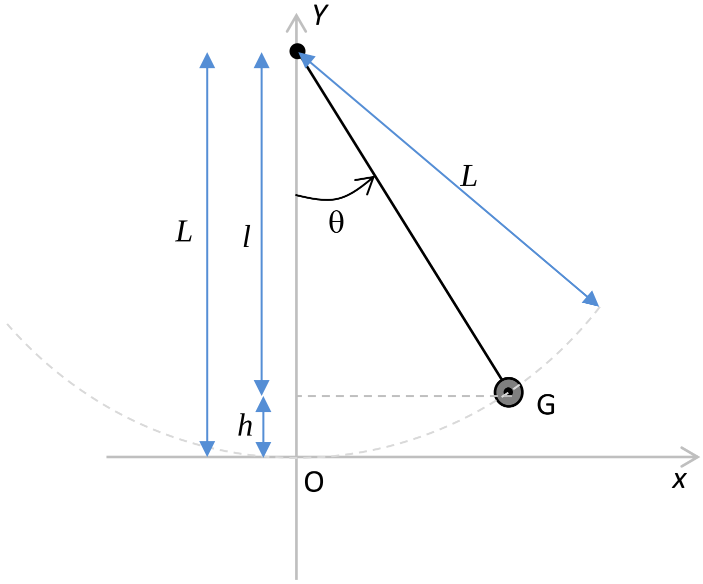
$$\mathscr{E}_{pp} = mg\ell(1 - \cos\theta)$$

b. Déduire du graphique la valeur θ_m de l'amplitude des oscillations.

c. Ce pendule n'échangeant pas d'énergie avec l'extérieur, son énergie mécanique $\mathscr{E}_m$ reste constante.
Déterminer :
– la valeur de l'énergie mécanique $\mathscr{E}_m$ du pendule ;
– la valeur v de la vitesse du point matériel lorsqu'il passe par la position d'équilibre.

d. La période T_0 des oscillations de ce pendule se calcule par la relation $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$ lorsque les oscillations ont une faible amplitude (inférieure à 20°).
Les oscillations étudiées ont-elles une faible amplitude ?
Calculer la valeur de la période T_0 des oscillations du pendule et la comparer à la valeur de la période T_e de l'énergie potentielle de pesanteur.

a. Référence de l'énergie potentielle : On choisit Ep=0 pour z=0 (position d'équilibre du pendule)
d'où $Ep = mgz$



Pour la position dessinée : z = h
D'où $Ep = mgh$
avec $h = L - l$
et $l = L \cdot \cos\theta$
On a donc : $h = L \cdot (1 - \cos\theta)$
Et $Ep = mgL \cdot (1 - \cos\theta)$

b. L'amplitude correspond à θ_{max}, or $\theta = \theta_{max}$ lorsque l'énergie potentielle est maximale.

$Ep(1 - \cos\theta_{max}\,())_{max}$

soit $\left(1 - \cos\theta_{max}\,()\,\frac{Ep_{max}}{mgL}\right)$

et donc $\cos\theta_{\frac{Ep_{max}}{mgL}}{}_{max}$

Or d'après le graphe proposée, Ep_{max} = 34mJ d'où $\cos\theta\,{}_{\frac{34\times10^{-3}}{0{,}20\times9{,}8\times0{,}50}}{}_{max}$

soit θ_{max} = 15°

c. Expression de l'énergie mécanique : Em =Ep + Ec
L'énergie mécanique se conserve, le pendule n'étant soumis qu'à son poids, force conservative.
On peut écrire : Em = $Ep(\theta_{max}) + Ec(\theta_{max})$ = Ep(0) + Ec(0)

Or $Ec(\theta_{max}) = 0$ la vitesse est nulle lorsque le pendule passe par la position $\theta = \theta_{max}$
et $Ep(0) = 0$ l'énergie potentielle est nulle au passage à la position d'équilibre ($\theta = 0$)

On peut donc écrire $Ep(\theta_{max}) = Ec(0)$
avec $Ec(0) = \frac{1}{2}m{v_{eq}}^2$
d'où $v_{eq} = \sqrt{\frac{2Ep(\theta_{max}())}{m}}$ A.N. $v_{eq} = \sqrt{\frac{2\times34\times10^{-3}}{0{,}20}} = 0{,}58 m.s^{-1}$

d. L'amplitude θ_{max} = 15° est inférieur à 20°. On peut donc considérer les oscillations comme faibles.
Calcul de la période du pendule :
$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ A.N. T_0 = 1,4s

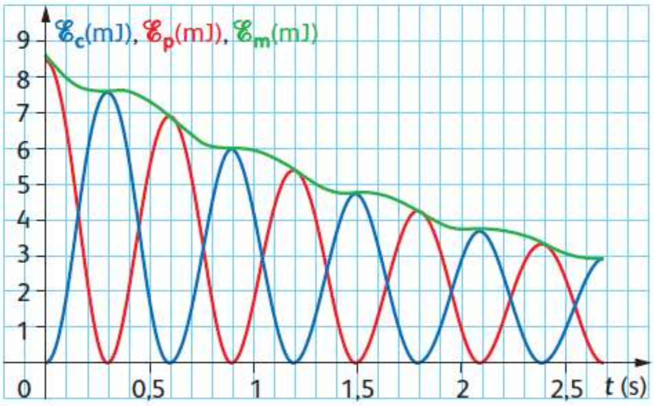
On peut déterminer graphiquement la période de l'énergie potentielle : T_{Ep} = 0,7s

On remarque que T_{En} = ½ . T_0
Ceci s'expliquer par le fait qu'au cours d'une oscillation (1 aller–retour) le pendule passe 2 fois par la position $\theta=\theta_{max}$.

Ex n°31 P 238

31 ★ S'auto-évaluer

On étudie l'évolution de l'énergie mécanique d'un pendule formé d'un fil et d'une boule. À partir de l'enregistrement des positions du centre de la boule, on détermine l'évolution au cours du temps des énergies cinétique, potentielle et mécanique. On obtient les courbes ci-dessous.



Après avoir montré que le pendule est soumis à des forces de frottement, calculer le rapport $\frac{\mathscr{W}}{\mathscr{E}_{m0}}$ avec $\mathscr{W}$ le travail des forces de frottement pendant la durée de la première oscillation du pendule et $\mathscr{E}_{m0}$ l'énergie mécanique de l'oscillateur à la date $t_0 = 0$ s du début de l'enregistrement.

On remarque que l'énergie ne se conserve pas au cours du mouvement du pendule ; en effet, l'énergie mécanique diminue. Cette diminution est due à des frottements qui dissipent l'énergie mécanique sous forme de chaleur.

On demande de déterminer le rapport : $\frac{W(\vec{f})}{Em(0)}$

On peut déterminer Em(0) graphiquement : Em(0) = Ep(0) car Ec(0) = 0
on a donc : Em(0) = 8,5mJ

Il s'agit maintenant de déterminer $W\left(\vec{f}\right)$ au cours de la première oscillation :

La non conservation de l'énergie annonce : $\Delta Em = Em(T) - Em(0) = W\left(\vec{f}\right)$

Par lecture graphique, on a Em(T) = 5,3 J Remarque : $T_{pendule} = 2T_{Ep}$ (voir exercice précédent)

$W\left(\vec{f}\right) = 5{,}3 - 8{,}5 = -3{,}2mJ$ (Le signe négatif s'explique par le fait que le travail des forces de frottement est résistant)

Et donc $\frac{W(\vec{f})}{Em(0)} = \frac{-3{,}2}{8{,}5} = -0{,}38$

Au cours de la première oscillation, on a donc une perte de 38% de l'énergie mécanique du pendule.

Ex

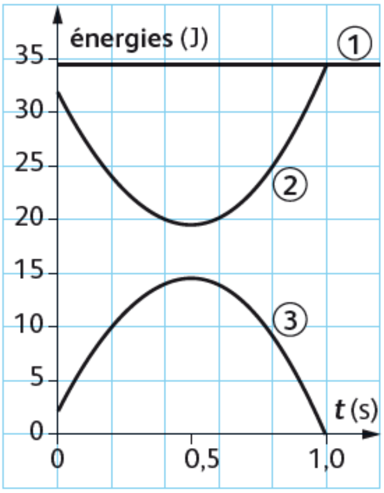
29 ✶ Jeu de pétanque

Compétence générale *Extraire et exploiter des informations*

Lors d'une partie de pétanque, on filme une boule de masse $m = 750$ g. On effectue ensuite un traitement des images obtenues pour visualiser l'évolution temporelle des énergies cinétique $\mathscr{E}_c$, potentielle de pesanteur $\mathscr{E}_p$ et mécanique $\mathscr{E}_m$ pendant le « temps de vol » de la boule.

On a choisi l'origine de l'axe des altitudes $z = 0$ m au centre de la boule, lorsque celle-ci est posée sur le sol et $\mathscr{E}_p = 0$ J lorsque $z = 0$ m.

Les courbes obtenues sont représentées ci-contre.



a. Identifier les trois courbes en justifiant les réponses.

b. Que peut-on dire des frottements exercés sur la boule pendant son « temps de vol » ?

c. Déterminer les conditions de lancement de la boule :
– la valeur de la vitesse initiale $\vec{v}_0$;
– l'altitude z_0 du point de lancement.

d. Quelle est l'altitude maximale z_{max} atteinte par la boule ? Quelle est alors sa vitesse ?

a. Courbe 2 : maximale au départ et à la fin du mouvement : il s'agit de l'énergie cinétique Ec
Courbe 3 : nulle lorsque z = 0 (à la fin du mouvement, au sol) : il s'agit de l'énergie potentielle Ep
Courbe 1 : Somme de Ec et Ep : il s'agit de l'énergie mécanique Em

b. L'énergie mécanique se conserve, il n'y a pas de dissipation d'énergie mécanique. Toutes les forces subies par la boule sont conservatives. Les frottements sont négligeables

c. D'après la courbe 2 : Ec(0) = 32J

Or $Ec(0) = \frac{1}{2}m{v_0}^2$ soit $v_0 = \sqrt{\frac{2Ec(0)}{m}}$ A.N. $v_0 = \sqrt{\frac{2\times 32}{0{,}750}} = 9{,}2 m.s^{-1}$

D'après la courbe 3 : $Ep(z_0) = 2{,}5J$

Or $Ep(z_0) = mgz_0$ soit $z_0 = \frac{Ep(z_0)}{mg}$ A.N. $z_0 = \frac{2{,}5}{0{,}750\times 9{,}8} = 0{,}34m$

d. D’après la courbe 2 : $Ec(z_{max})=Ec_{min} = 19,5J$

Or $Ec\left(z_{max}(\ \ )\frac{1}{2}2_{min}\right)$soit $v\sqrt{\frac{2Ec(z_{max}(\ \ ))}{m}}_{min}$ A.N. $v_0 = \sqrt{\frac{2\times19,5}{0,750}} = 7,2m.s^{-1}$

D’après la courbe 3 : $Ep(z_{max}) = 14,5J$

Or $Ep(z_{max}) = mgz_{max}$ soit $z\frac{Ep(z_{max}(\ \ ))}{mg}_{max}$ A.N. $z\frac{14,5}{0,750\times9,8}_{max}$