

Physique 40S

Mécanique

Énergie et Travail

Merci à Noah Joseph pour partager ces idées et ces exemples

Le travail, la puissance et l'énergie

le **travail (W)**; un terme qui signifie ce qui est accompli lorsqu'une **force déplace** un objet.

$W = F \cdot \Delta d (\cos \theta)$ $\cos \theta$; calcule la composante de la force dans la même direction que le déplacement.

W est le travail, en Joules (J)

F est la force, en Newtons (N)

d est le déplacement, en mètres (m)

θ est l'angle entre F et d

L'unité de mesure du travail est le joule (J)

1 Joule = 1 Newton de force appliquée sur un objet lors d'un **déplacement de 1m**.

$$1 J = 1 N \cdot m$$

$$1 J = 1 kg m s^{-2} \cdot m$$

$$\mathbf{1J = 1N \cdot m}$$

$$1 J = 1 kg m^2 s^{-2}$$

ex: On pousse une voiture une distance de 200m avec une force moyenne de 100N. Quel montant de travail était effectué sur la voiture?

Quand travail est fait par une force qui agit sur un corps **l'énergie que le corps possède va changer**.

Si la force et le **déplacement sont dans la même direction**, **énergie mécanique est ajouter au corps et la vitesse du corps va augmenter**. Si la **force et le déplacement sont dans les directions opposé**, **énergie mécanique est enlever du corps et la vitesse du corps va diminuer**.

ex: J'essaie de lever une boîte de briques en appliquant une force de 800N mais il ne se déplace pas. Quel est le travail accompli.

OJ!!!! Il n'y a eu aucun déplacement!

ex: Une voiture de 2000kg voyageant à 25m/s freine soudainement et arrête dans une distance de 150m. Quel montant de travail était fait par les freins sur la voiture?

W =

F = =ma;

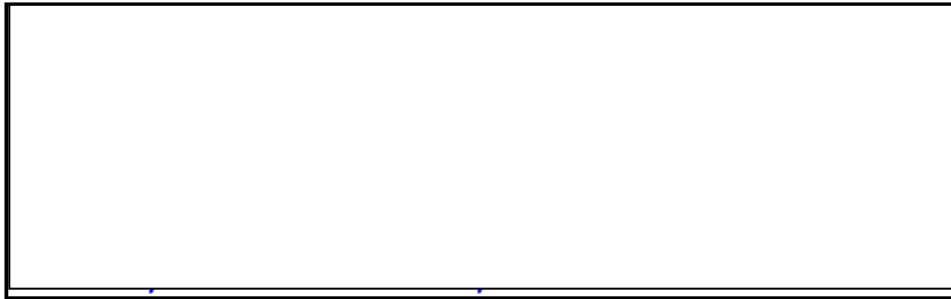
$\Delta d = 150\text{m}$

Les nouvelles voitures électriques transforment le travail fait par les freins en énergie électrique.

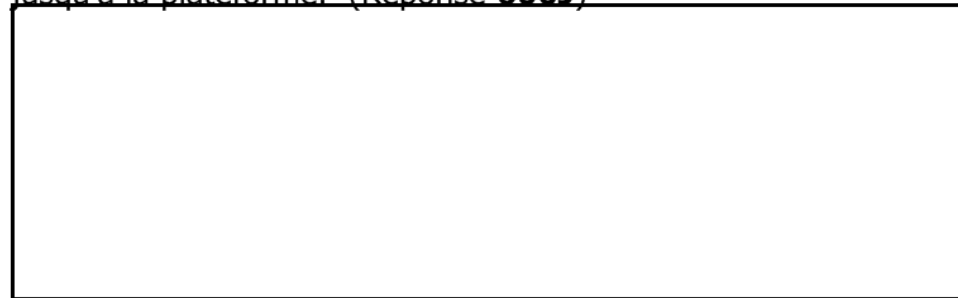
ex: le travail dans le vertical (gravité!!!!)

Calculez le travail accompli

(I) Un seau de 12kg est soulevé à une vitesse constante jusqu'à une plateforme de 5m de hauteur.



(II) Calcule le travail si le seau accélère vers le haut à $0,2\text{m/s}^2$ jusqu'à la plateforme. (Réponse **600J**)



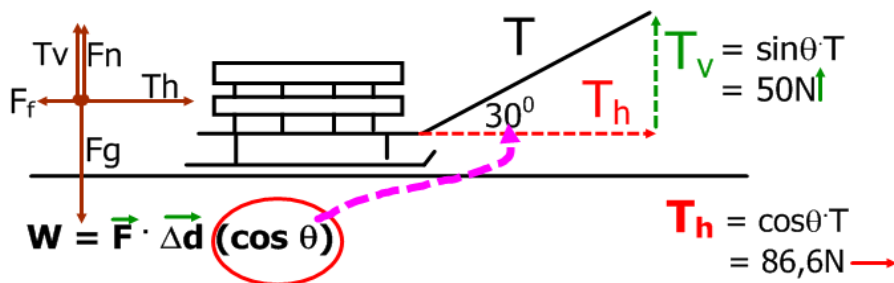
ex: Un camion pousse une voiture avec une force de 500N. Il y a une force de frottement de 300N lorsque la voiture se déplace de 4,0m.

a) Calculez le travail fait par le camion sur la voiture.

b) Calculez le travail fait par le frottement.

c) Calculez le travail effectif.

ex: On tire un traineau de **10kg** avec une **force de 100N** à un **angle de 30°** pour une **distance de 100m**. Il y a un $\mu=0,1$.



Exemple 4

Un corps est en mouvement avec 750 J d'énergie cinétique. Une force de $+38,0\text{ N}$ agit sur le corps durant un déplacement de $+25,0\text{ m}$.

(a) Détermine le travail fait sur le corps

(b) Détermine l'énergie cinétique finale du corps.

(c) Est-ce que le corps voyage plus vite ou moins vite après le travail?

Exemple 5

Un fusée voyage dans l'espace avec $1,25 \times 10^9\text{ J}$ d'énergie cinétique. Les rétrofusées appliquent une force de $+8,30 \times 10^4\text{ N}$ durant un déplacement de $-3,75\text{ km}$. Calcule l'énergie cinétique finale.

Exemple 6

Une boîte de $50,0 \text{ kg}$ est tirée $40,0 \text{ m}$ sur une surface horizontale et plate par une force exercée par une personne, $F_A = 100 \text{ N}$, à un angle de $37,0^\circ$ au-dessus de l'horizontal. La surface exerce une force de frottement de $F_f = 38,0 \text{ N}$.

(a) Détermine le travail fait sur la boîte par la personne.

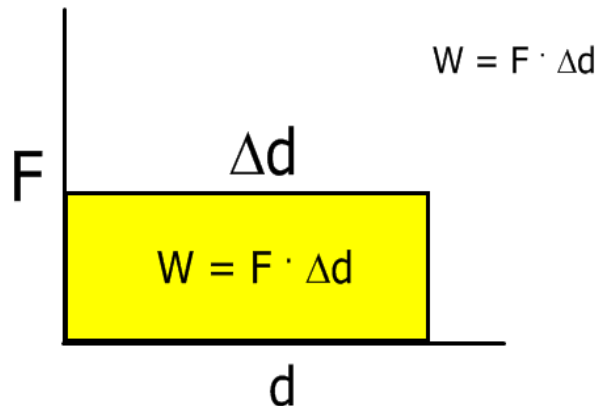
(b) Détermine le travail fait sur la boîte par la surface.

(c) Détermine le travail total fait sur la boîte.

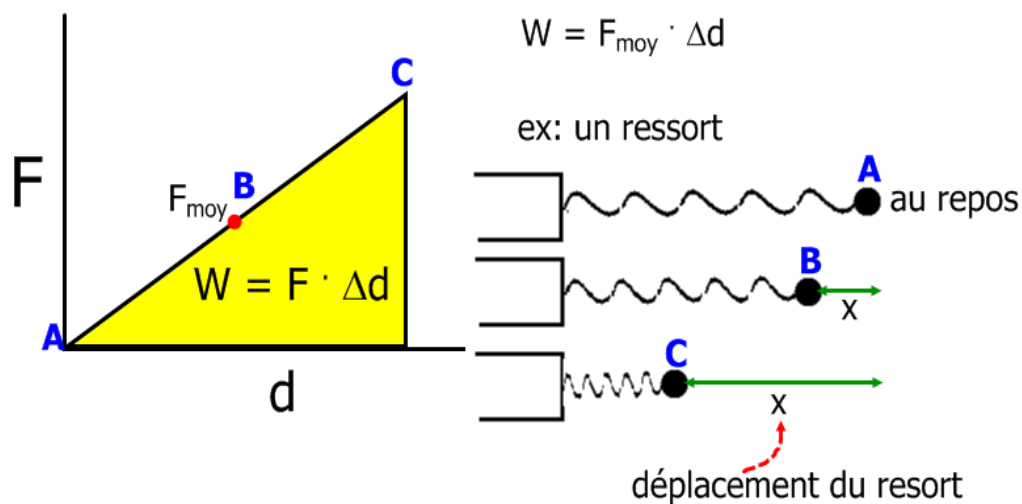
La force en fonction de la distance

La représentation graphique de les relations entre variables est très importante. Ici, l'aire du graphique nous informe sur le travail.

I) une force constante l'aire = travail



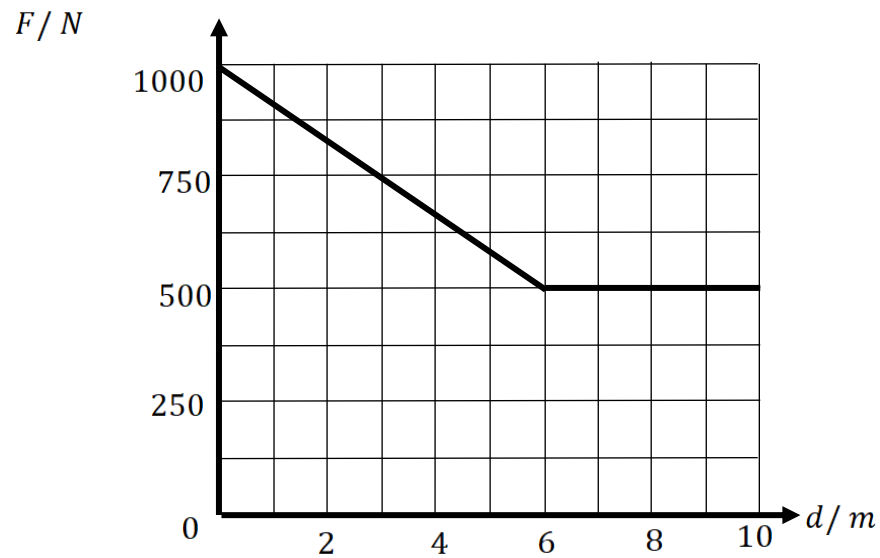
II) F uniformément variable l'aire = travail



À mesure qu'on comprime (ou étire) un ressort, la force augmente constamment. **La force moyenne serait donc $\frac{F_1 + F_2}{2}$**

Le travail est donc; $W = \frac{(F_1 + F_2)}{2} \cdot \Delta d$ ou 1/2 base x hauteur

Les graphiques de force-déplacement peut nous donner le travail fait si la force n'est pas constant. L'aire dessous le graphique est le travail fait par la force.



Par une analyse des unités, nous pouvons voir que l'aire dessous le graphique est le travail fait.

Exemple 7

Trouve le changement d'énergie du corps qui a une force applique comme dans le graphique en haut.

Problèmes de travail

1. Une voiture de 3000kg roule à 25m/s. On applique les freins et il décélère à -4m/s^2 jusqu'au moment qu'elle arrête. Quel montant de travail est effectué? (Il faut calculer la force et la distance)

2. Un ascenseur de 400kg est suspendu d'un câble.
 - a. Quel montant de travail est effectué s'il accélère à $1,5\text{ m/s}^2$ pendant les premiers 3m? (trouve la tension)

 - b. Il monte à vitesse constante ensuite pendant 80m. Quel montant de travail est effectué?

3. Une boîte de 5kg est tirée avec une force de 20N pendant 10s. Le coefficient de friction est 0,3.
 - a. Quelle est la force de friction et la force résultante sur la boîte?

 - b. Calcule l'accélération et détermine la distance voyagée.

 - c. Quelle est l'énergie perdue à la friction et l'énergie résultante dans le système?

L' énergie

L' énergie est un concept qui nous permet de décrire **la capacité d' accomplir un travail.**

On a déjà vu que le **travail** est égal à **la force appliquée sur un objet pour une certaine distance.**

$$W = F \cdot \Delta d$$

Une deuxième définition du **travail**;

Le travail est égal au changement d' énergie.

$$W = \Delta E$$

ex: La nourriture nous donne la capacité de faire du travail. Il possède de l' énergie dans les liaisons chimiques.

ex: L' essence nous donne la capacité de déplacé une voiture. L' énergie se trouve dans les liaisons.

ex: L' énergie due au changement de hauteur d'une rivière peut faire du travail sur des turbines. Le travail est ensuite transformé en énergie électrique.

CHERCHER À L'INTERNET!!!!!!

L'énergie potentiel de gravité: _____

L'énergie cinétique: _____

L'énergie thermique: _____

L'énergie radiante: _____

L'énergie potentiel chimique: _____

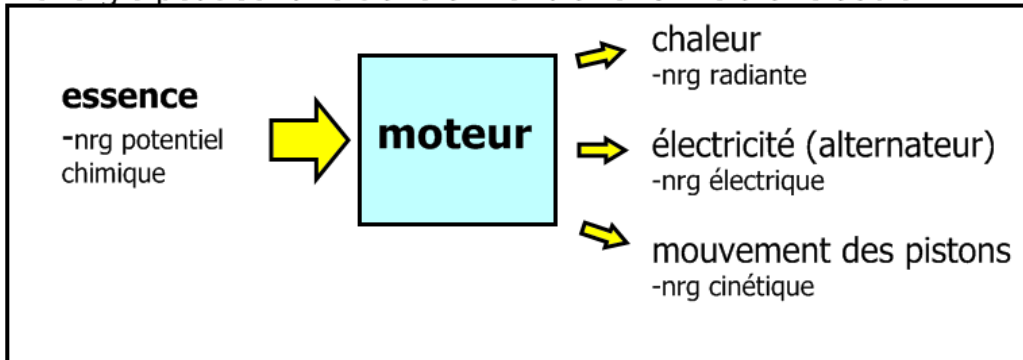
L'énergie élastique: _____

L'énergie électrique: _____

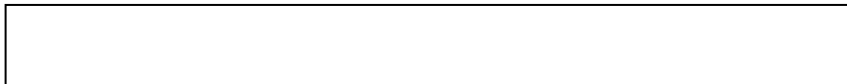
L'énergie nucléaire: _____

La loi de conservation de l'énergie: L'énergie peut être ni créée, ni détruite. Il peut seulement être transformée.

L'énergie peut se faire transformer d'une forme à une autre.



La conservation d'énergie est décrite de façon symbolique;



Nous allons étudier les **transformations d'énergies cinétique, potentiel de gravité, et élastique** (loi de Hooke)

L'énergie potentiel de gravité

Pensez..... Pourquoi est-ce qu'un belly-flop fait plus mal si je saute de la plateforme de 10m que de la plateforme de 1m?

Vous avez probablement supposé, correctement, que c'est dû au fait que vous frappez l'eau à plus grande vitesse. Ceci veut dire qu'en tombant vers l'eau l'énergie potentiel de gravité diminue à mesure que l'énergie cinétique augmente.

La plus grande la distance qu'un objet se trouve du sol (ou un point de référence donné) le plus de potentiel que l'objet possède de faire du travail. Il est logique d'abord qu'on peut créer de l'énergie potentiel de gravité si on fait du travail sur un objet dans le vertical.

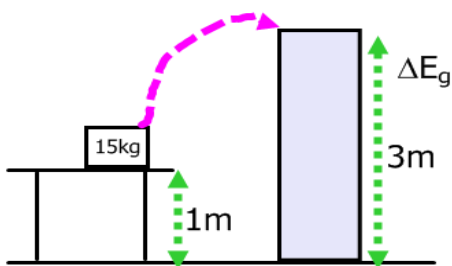
$$W = \Delta E_g$$

$$F \cdot \Delta d = \Delta E_g$$

$$\boxed{mgh = \Delta E_g}$$

ex: On déplace une boîte de livres de 15kg d'une table de 1m de hauteur pour le placer sur un étagère de 3m.

a) Quel est le ΔE_g de la boîte par rapport au table?



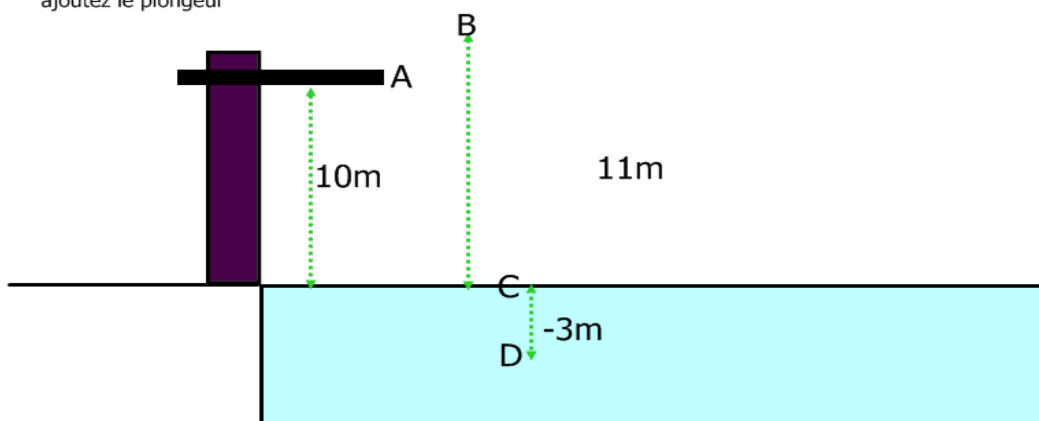
b) Quel est l' E_g par rapport au sol?

c) Si les livres tombent de l'étagère au sol qu'est-ce qui arrive à l'énergie potentiel de gravité?

Le négatif indique que l'énergie potentiel de gravité était transformé. En quoi?

Ex: Un plongeur de 50kg est debout sur la plateforme de 10m. Il saute vers le haut et atteint une hauteur de 11m avant sa descente. Il accomplit trois tours et deux inversions avant d'entrer dans l'eau descendant à 3m en dessous de la surface de l'eau.

ajoutez le plongeur



a) Déterminez l' E_g par rapport à la surface de l'eau aux points A,B,C, et D. (4900J, 5390J, 0J, -1470J)

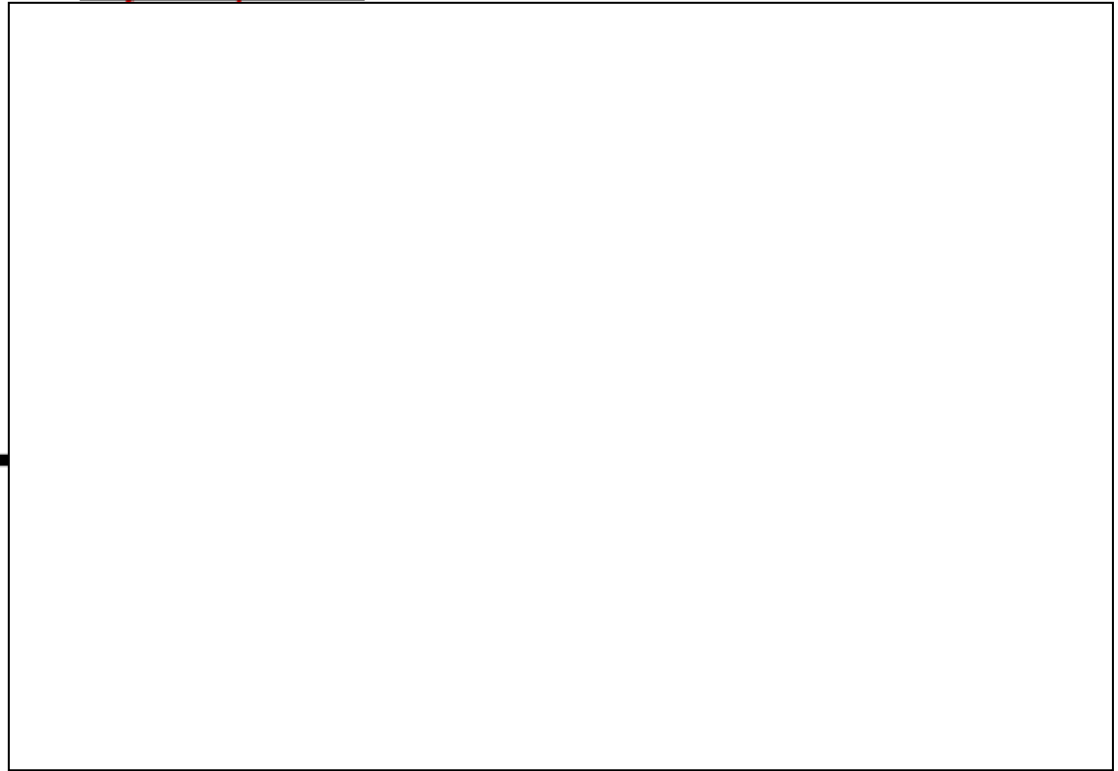
b) Déterminez le changement d' E_g entre A et B, entre A et D. (+490J, -6370J)

Énergie cinétique

On sait que $W = F \cdot \Delta d$ et que la force appliquée sur une masse va créer une accélération (changement de vitesse).

$$W = F \cdot \Delta d$$

preuve



ex: Quel est l' E_c d'une pierre de curling de 6,0kg glissant à 4m/s?

ex: Quelle est la vitesse d'une voiture de 2000kg qui possède 900 kJ d'énergie cinétique?

Exemple 1

Quelle est l'énergie cinétique d'un corps de $5,00 \text{ kg}$ qui a une vitesse de $2,50 \text{ m s}^{-1}$?

Exemple 2

Quelle est la vitesse d'un corps de $12,5 \text{ kg}$ qui a 100 J d'énergie cinétique?

Exemple 3

Une masse de $5,00 \text{ kg}$ voyage avec une vitesse de $12,0 \text{ m s}^{-1}$ est rendu au repos par une force durant un déplacement de $12,0 \text{ m}$. Quelle est la magnitude de la force?

ex: Quel est le changement d'énergie cinétique de la même voiture de 2000kg si elle ralenti de 30m/s à 20m/s dans une distance de 100m?

Le changement d'énergie cinétique serait la différence entre l'énergie cinétique final et l'énergie cinétique initial.

La voiture a diminuer son énergie cinétique par 500 000J. Il y a due avoir 500 000J de travail fait sur la voiture dans la direction opposée du mouvement donc -500 000J.

$$W = F \cdot \Delta d$$

Quelle est la force appliquée sur la voiture?

ex: Quel quantité de travail est nécessaire pour accélérer une voiture de 1500kg de 20m/s à 25m/s?

(W = 16 875J)

L'énergie potentiel élastique

$$E_e = 1/2 kx^2$$

Une trampoline consiste de 100 ressorts avec une constante d'élasticité de 1000 N/m. Quel montant d'énergie potentiel élastique possède la trampoline si chaque ressort s'étire de 15cm?

Exemple 4

Une masse de $12,0 \text{ kg}$ voyage avec une vitesse initiale de $+15,0 \text{ m s}^{-1}$. Une force de $-45,0 \text{ N}$ est appliquée à la masse durant un déplacement de $+25,0 \text{ m}$. Quelle est la vitesse finale de la masse?

Exemple 5

Calculer le travail nécessaire pour accélérer une voiture de 1000 kg d'une vitesse de 20 m s^{-1} à une vitesse de 30 m s^{-1} .

Problèmes de conservation d'énergie.

L'énergie mécanique total = $E_{\text{cinétique}} + E_{\text{gravité}} + E_{\text{élastique}}$

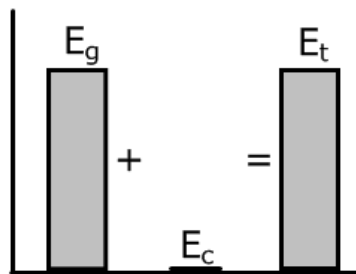
En général la majorité des problèmes traite de la transformation de l'énergie cinétique et l'énergie potentiel de gravité.

Retournons à l'exemple de Eric et le body slam.

On avait dit que Eric pèse 70kg et est soulevé à 3m de hauteur.

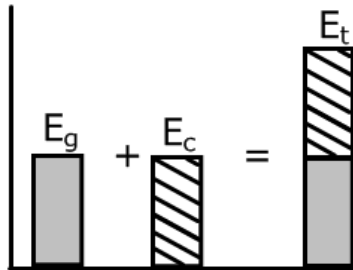
Quand Eric est suspendu à trois mètres de hauteur, l'énergie total est en forme de E_g . L' E_c est nulle.

$$E_{\text{total}} = E_g + E_c$$



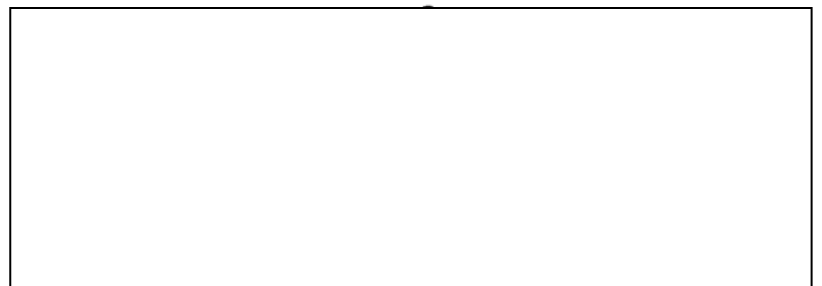
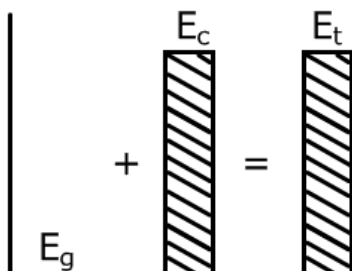
Lorsque Eric commence à tomber vers le matelat l' E_g est transformé en E_c . À mi chemin (1,5m) la moitié de l' E_g est transformé en E_c .

$$E_t = mgh + 1/2mv^2$$



On pourrait aussi calculer sa vitesse utilisant les formules de cinématique.

À l'arriver au matelat, tout l' E_g est transformé en E_c .

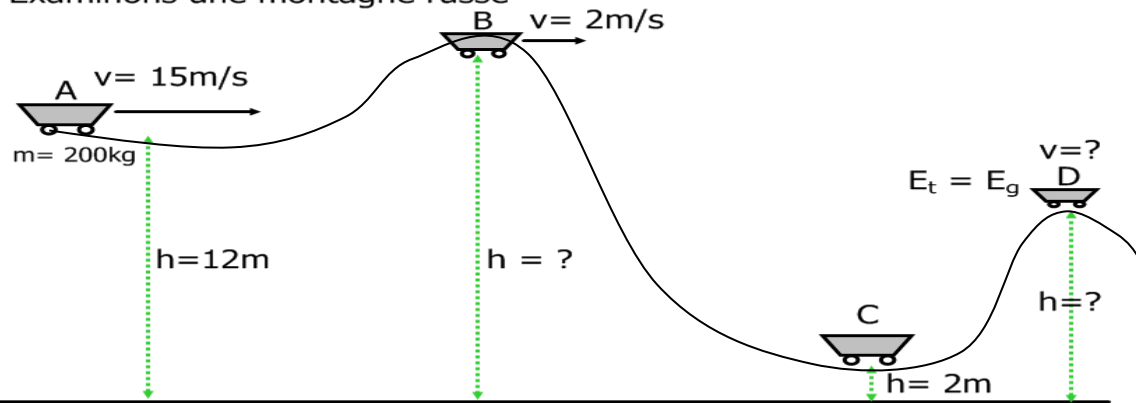


ex: Du sommet d'une précipice de 15m de hauteur une balle de 2kg est lancée vers le haut avec une vitesse de 10m/s.

$E_{\text{total}} = E_g + E_c$ $E_t = mgh + \frac{1}{2}mv^2$

C Au sol L' E_t était transformé en forme d' E_c , donc $E_t = E_c$.

Examinons une montagne russe



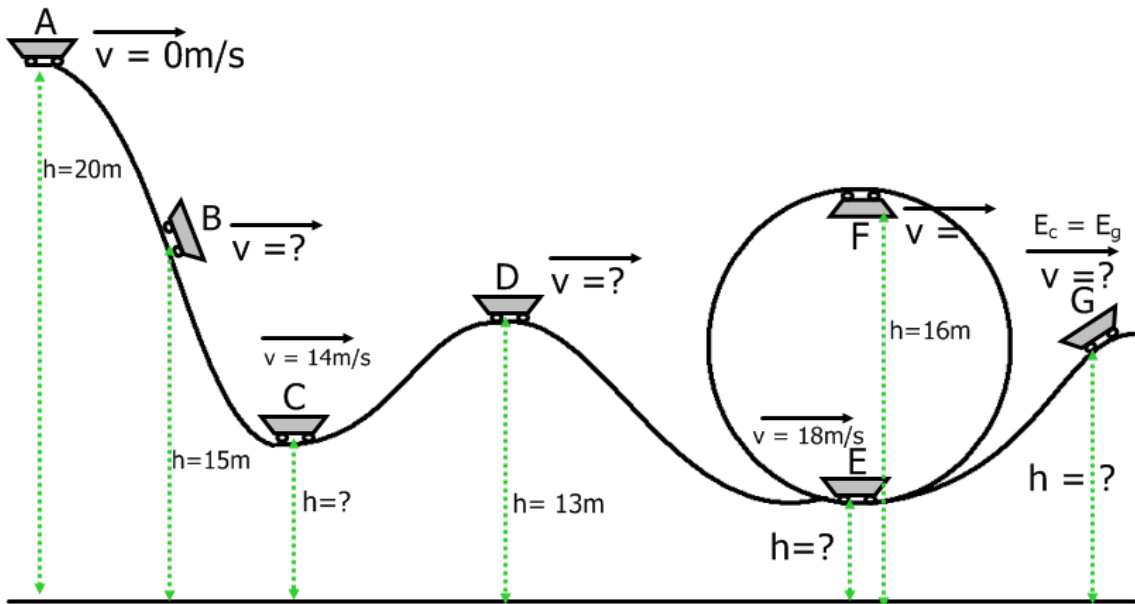
Calculez les vitesses et hauteurs manquantes aux points A, B, C, et D

A

B

C

D

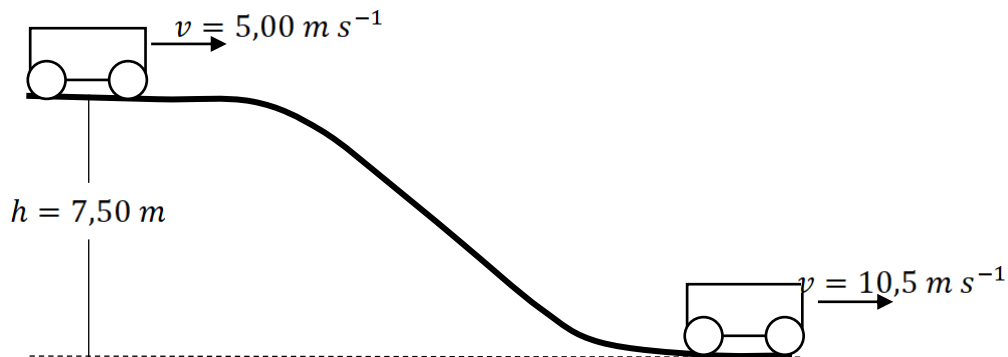


Calculez la vitesse ou la hauteurs au points indiqués.

- A
- B
- C
- D
- E
- F
- G

Exemple 6

Une montagne russe de $500,0 \text{ kg}$ voyage à $5,00 \text{ m/s}$ sur une surface où il y a frottement. Du diagramme suivant, quelle est le travail fait par frottement ?



Si le travail fait par frottement était fait dans une distance linéaire de $25,0 \text{ m}$, quelle est la force de frottement?

Énergie du Potentiel Élastique

Travail fait par un ressort

De la loi de Hooke, un ressort applique une tension par la formule :

$$T = k x$$

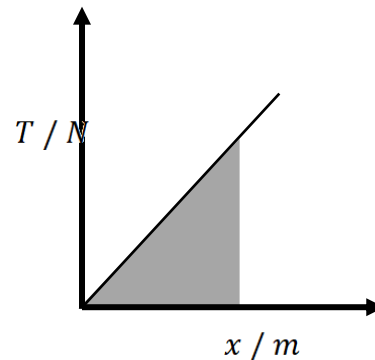
Pour trouver le travail fait par une extension ou compression d'un ressort, nous allons trouver l'aire dessous un courbe de force et déplacement

pour un ressort :

$$W = \frac{1}{2} T x$$

$$W = \frac{1}{2} k x x$$

$$W = \frac{1}{2} k x^2$$



Nous pouvons aussi dériver la formule d'énergie du potentiel élastique par la substitution de la force de tension moyen dans la formule pour travail. On peut laisser tomber le $\cos \theta$ parce-que la force et le déplacement est toujours parallèle pour les ressorts.

$$E_p = \frac{1}{2} (T + T_0) d$$

$$E_p = \frac{1}{2} T x$$

$$E_p = \frac{1}{2} k x x$$

$$E_p = \frac{1}{2} k x^2$$

Exemple 4

Une masse $0,250 \text{ kg}$ est fixé au bout d'un ressort avec un constant de $k = 50,0 \text{ N/m}$.

Le ressort a étiré une distance de $0,135 \text{ m}$ et laissez libre. La masse et la surface n'a pas de frottement.

(a) Quelle est l'énergie de potentiel quand le ressort est étiré une distance de $0,135 \text{ m}$?

(b) Quelle est la vitesse de la masse quand elle retour à la position naturelle du ressort ?

(c) Quelle est la vitesse de la masse quand le ressort est comprimé $0,100 \text{ m}$?

Exemple 5

Une masse de $2,75 \text{ kg}$ est fixé au bout d'une ressort verticale qui a un constant de ressort de 210 N/m .

(a) Détermine la distance d'extension maximale du ressort.

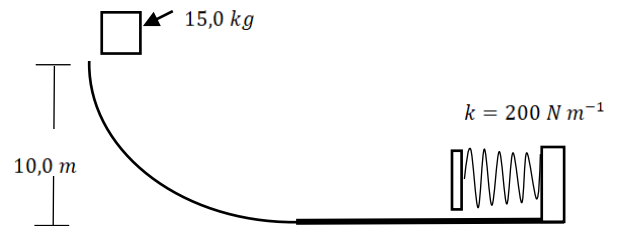
(b) Détermine la distance d'extension où la vitesse de la masse est zéro.

(c) Détermine la vitesse de la masse quand le ressort a une extension de $-18,5 \text{ cm}$.

Exemple 6

Une masse de $15,0 \text{ kg}$ est laissée tomber sur une surface courbée d'une hauteur de $10,0 \text{ m}$ et elle glisse sur la surface. À la fin de la surface il y a un ressort avec un constant de 200 N/m .

- (a) Quelle est l'énergie de potentiel de la masse avant qu'elle tombe et glisse sur la surface ?



- (b) Quelle est la vitesse de la masse à la fin de la surface courbée ?

- (c) Quelle est la distance de compression du ressort quand le ressort rend la masse au repos ?