



UNIVERSITE BADJI MOKHTAR-ANNABA

FACULTE DES SCIENCES DE LA TERRE

DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE

UET1, Matière : Physique



Enseignante : A. HARAT

e-mail : aharat@gmail.com

Résolution des exercices 1, 2, 3 et 4 : Le travail et l'énergie

العمل و الطاقة

Année universitaire 2021 / 2022

Semestre 1

Exercice 1

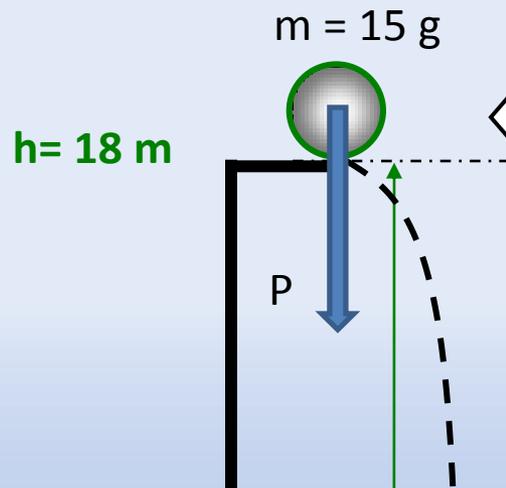
En vous basant sur la diapo 12, résoudre le problème suivant :

Une bille masse $m=15,0$ g est en chute libre sans vitesse initiale. Elle a été lâchée d'un balcon au 6ème étage situé à une hauteur $h=18,0$ m.

1. Représenter les forces s'exerçant sur la bille.
2. Déterminer le travail du poids de la bille au cours de la chute.
3. Déterminer l'énergie cinétique de la bille lorsqu'elle arrive au sol.
4. En déduire la vitesse de son centre d'inertie.

CHAPITRE 3 : Le travail et l'énergie

Travail du poids : $W = P \cdot h$ (poids vertical et distance verticale)
 $W = m \cdot g \cdot h = 15 \cdot 10^{-3} \cdot 9,81 \cdot 18 = 2,64 \text{ J}$



Toute l'énergie est potentielle:

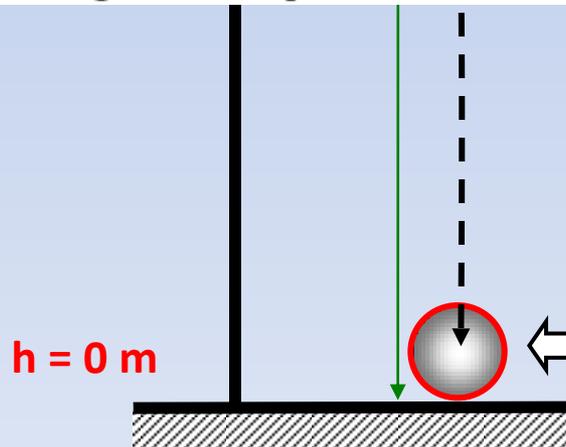
$$E_p = m \cdot g \cdot h = 15 \cdot 10^{-3} \cdot 9,81 \cdot 18 = 2,64 \text{ J}$$

$$E_c = 0 \text{ J}$$

$$E_m = E_p + E_c = 2,64 \text{ J}$$

On va négliger le frottement de l'air sur la balle. Il s'agit d'un mouvement uniformément accéléré sous l'effet de l'accélération de la pesanteur g

L'énergie mécanique de la balle reste constante $E_m = E_{pp} + E_c = Cte$



L'énergie mécanique est conservée : $E_m = 2,64 \text{ J}$

L'énergie potentielle est nulle : $E_p = 0 \text{ J}$

Toute l'énergie est cinétique : $E_c = 2,64 \text{ J}$

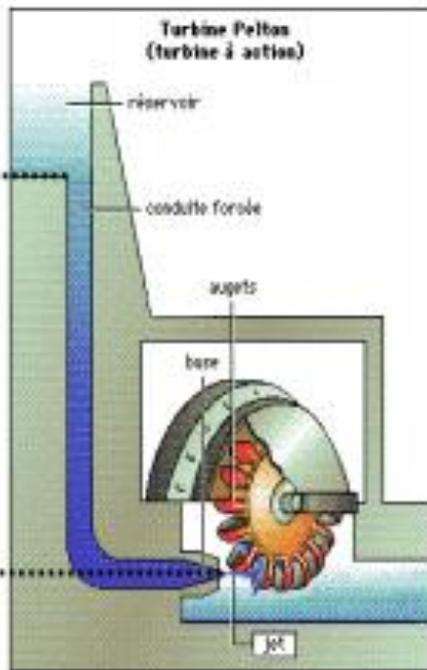
CHAPITRE 3 : Le travail et l'énergie

L'énergie mécanique restant constante, on peut évaluer les 2 termes :

$$m.g.h = \frac{1}{2}mV_f^2 \quad \Rightarrow \quad V_f = \sqrt{2.g.h} = \mathbf{18,79 \text{ m/s} = 67,68 \text{ km/h}}$$

On voit que la vitesse est indépendante de la masse de l'objet.

Exercice 2

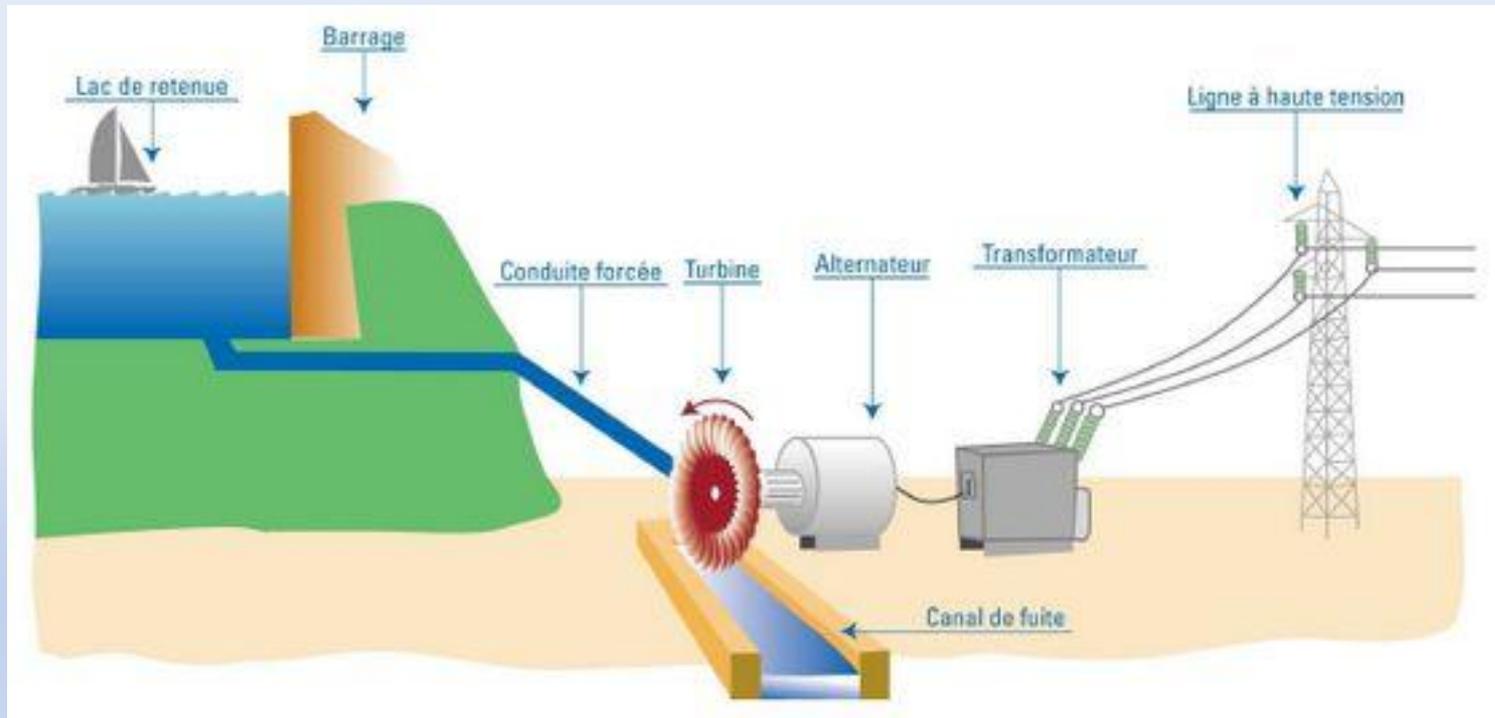


Une application importante de l'énergie potentielle gravitationnelle est le barrage hydroélectrique. On place une turbine sous le niveau d'un réservoir d'eau afin de transformer l'énergie potentielle de l'eau en énergie de mouvement capable de faire tourner la turbine qui produira de l'électricité. Quelle énergie, en kilojoules, peuvent fournir 10 l d'eau (1 l d'eau pèse 1 kg) dans une centrale électrique si la turbine est disposée 70 m sous le niveau du réservoir d'eau?

Pour plus d'information sur la production de l'énergie hydroélectrique voir le document suivant : source wikipédia

https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89nergie_hydro%C3%A9lectrique

CHAPITRE 3 : Le travail et l'énergie



L'énergie potentielle

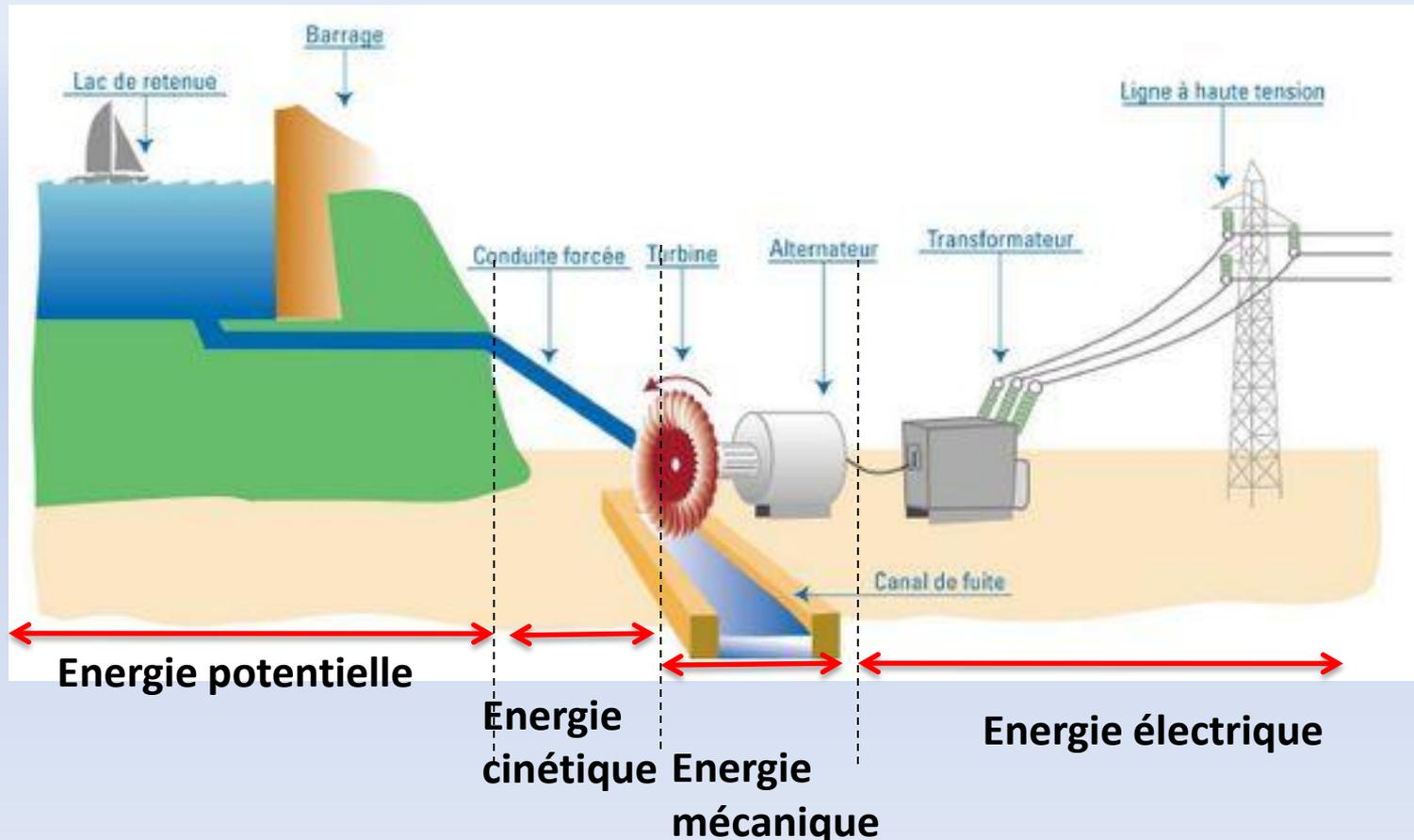
Le premier "stade" de l'exploitation d'un barrage hydroélectrique est la retenue d'une certaine masse d'eau, afin ensuite d'exploiter son énergie potentielle.

L'énergie potentielle est de l'énergie mécanique stockée, elle est dite potentielle parce qu'elle ne se manifeste à nous que lorsqu'elle se convertit en une autre forme d'énergie

L'accumulation d'énergie potentielle est faite en travaillant la force à contre-sens : dans le cas d'un barrage donc, l'eau retenue par le barrage accumule de l'énergie potentielle, c'est cette énergie qui sera exploitée dans la centrale hydro-électrique.

CHAPITRE 3 : Le travail et l'énergie

Dans une centrale électrique, le barrage permet de retenir l'eau, source d'énergie mécanique. **1)** En passant dans la conduite forcée, la vitesse de l'eau augmente : elle acquiert de l'énergie mécanique. **2)** Les pales de la turbine, entraînées par la force de l'eau, entraînent un alternateur. **3)** L'alternateur permet de convertir l'énergie mécanique de l'eau en énergie électrique. **4)** Le transformateur permet d'élever la tension électrique délivrée par l'alternateur à la sortie de la centrale.



CHAPITRE 3 : Le travail et l'énergie

1) L'énergie potentielle

Le premier "stade" de l'exploitation d'un barrage hydroélectrique est la retenue d'une certaine masse d'eau, afin ensuite d'exploiter son énergie potentielle. C'est cette notion d'énergie qui serait à disposition dans la retenue d'eau du barrage qui est étudiée ici.

L'énergie potentielle est de l'énergie mécanique stockée, elle est dite potentielle parce qu'elle ne se manifeste à nous que lorsqu'elle se convertit en une autre forme d'énergie

La formule associée s'écrit :

$$E_{pp} = m.g.h$$

$$E_{pp} = mgh = 10 \times 9,81 \times 70 = 6,867 \text{ kJ}$$

avec : **E_{pp}** l'énergie potentielle de l'objet

m la masse de l'objet.

g l'accélération (le champ) gravitationnel

h la hauteur de l'objet au moment donné

$$\text{Masse d'eau} = 10 \text{ l} \times 1 \text{ kg/l} = 10 \text{ kg}$$

CHAPITRE 3 : Le travail et l'énergie

2) L'énergie cinétique

L'énergie cinétique d'un corps est l'énergie produite par ce corps du fait de son mouvement. Dans le cas d'un barrage, il s'agit de l'énergie fournie par la chute de l'eau dans la conduite forcée. Elle résulte directement de l'énergie potentielle:

Dans le cas des barrages, cette énergie se focalise sur la chute de l'eau dans la conduite forcée:

La vitesse de l'eau lors d'une chute est traduite par cette formule:

$$V_i = \sqrt{2gH}$$

g intensité de l'apesanteur (9.81 N/Kg)

H hauteur de chute (m)

V_i vitesse de chute (m/s)

Connaissant la vitesse de l'eau, nous pouvons calculer l'énergie cinétique fournie par cette chute d'eau :

L'énergie cinétique d'un corps en mouvement est proportionnelle à sa masse, et au carré de sa vitesse.

$$E_c = (1/2)mv^2$$

On la note E_c, on note m la masse, et v la vitesse

Dans cette formule, la masse m est en kg, la vitesse en m/s, et l'unité d'énergie est le Joule, noté J.

CHAPITRE 3 : Le travail et l'énergie

Enfin, on peut classer les ouvrages en fonction de leur hauteur de chute, c'est-à-dire de la différence d'altitude entre le miroir théorique du réservoir plein et la turbine. Cette hauteur de chute détermine les types de turbines utilisées.

On distingue ainsi :

- les hautes chutes (supérieures à 200 m)
- les moyennes chutes (entre 50 et 200 m)
- les basses chutes (inférieures à 50 m)

Source : Wikipédia

CHAPITRE 3 : Le travail et l'énergie

On voit bien ici que plus la vitesse est grande, plus l'énergie cinétique est importante. C'est pour cela que les barrages hydroélectriques sont de grandes tailles; cela leur permet une plus forte production d'énergie. L'équation présente clairement la vitesse comme un élément déterminant.

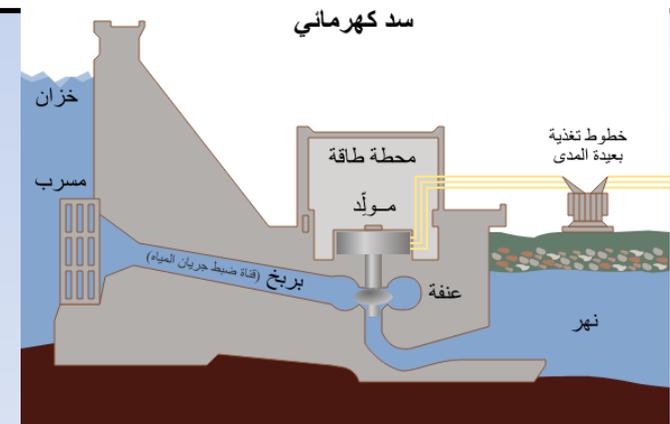
En 2020, la puissance installée des centrales hydroélectriques atteint 1 330 GW, produisant environ 4 370 TWh, soit 70 % de la production mondiale d'énergie renouvelable et 15,6 % de la production mondiale d'électricité en 2019. Les atouts de l'hydroélectricité sont son caractère renouvelable, son faible coût d'exploitation et ses faibles émissions de gaz à effet de serre ; la capacité de stockage de ses réservoirs contribue à la compensation des variations de la demande ainsi que de celles des énergies intermittentes (éolien, solaire).

source : Wikipédia

Vidéos explicatives :

- Comment une centrale hydraulique utilise le déplacement de l'eau pour créer de l'électricité -EDF
<https://www.youtube.com/watch?v=vqbdbigU900&t=126s>
- How a dam generates electricity
<https://www.youtube.com/watch?v=W1pTtcE5NN8>

<http://www.planete-tp.com/barrages-r12.html>



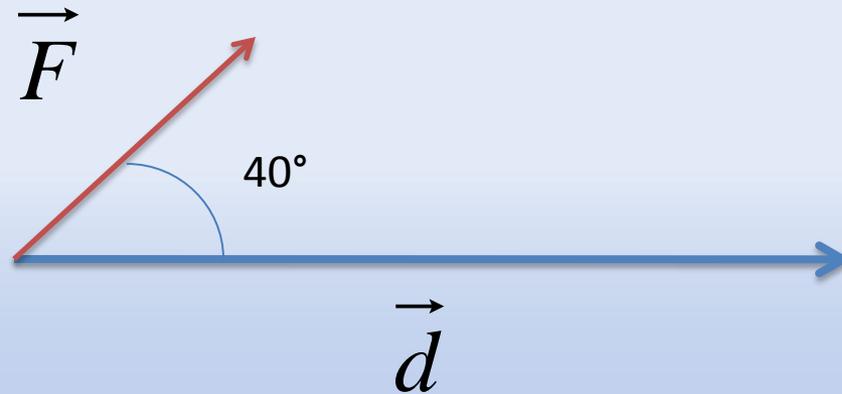
Par Tennessee Valley Authority; SVG version by TomiaDerivative to Arabic:
Sandra Hanbo — Ce fichier est dérivé de : Hydroelectric dam.png, CC BY-SA 2.5,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=107325167>

Exercice 3

Un enfant tire un cartable à roulettes sur une distance de 200 m. Il exerce sur celui-ci une force de 50 N d'intensité. Si le cartable est incliné de 40° par rapport au sol, quel travail est produit par la force exercée par l'enfant ?



CHAPITRE 3 : Le travail et l'énergie



$$W = \vec{F} \cdot \vec{d} = \|\vec{F}\| \cdot \|\vec{d}\| \cdot \cos(\vec{F}, \vec{d}) = 50 \cdot 400 \cdot \cos 40^\circ = 15320 \text{ J}$$

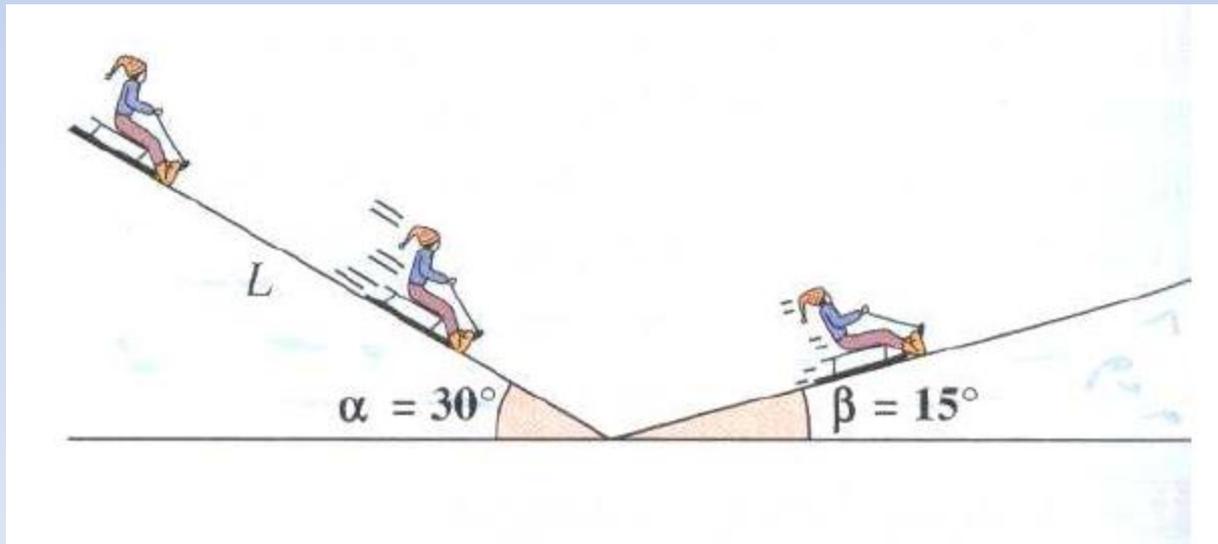
Exercice 4

Aux sports d'hiver, un enfant sur une luge part, sans vitesse, du sommet d'une pente de longueur $L = 30,0$ m inclinée de $\alpha = 30^\circ$ sur l'horizontale.

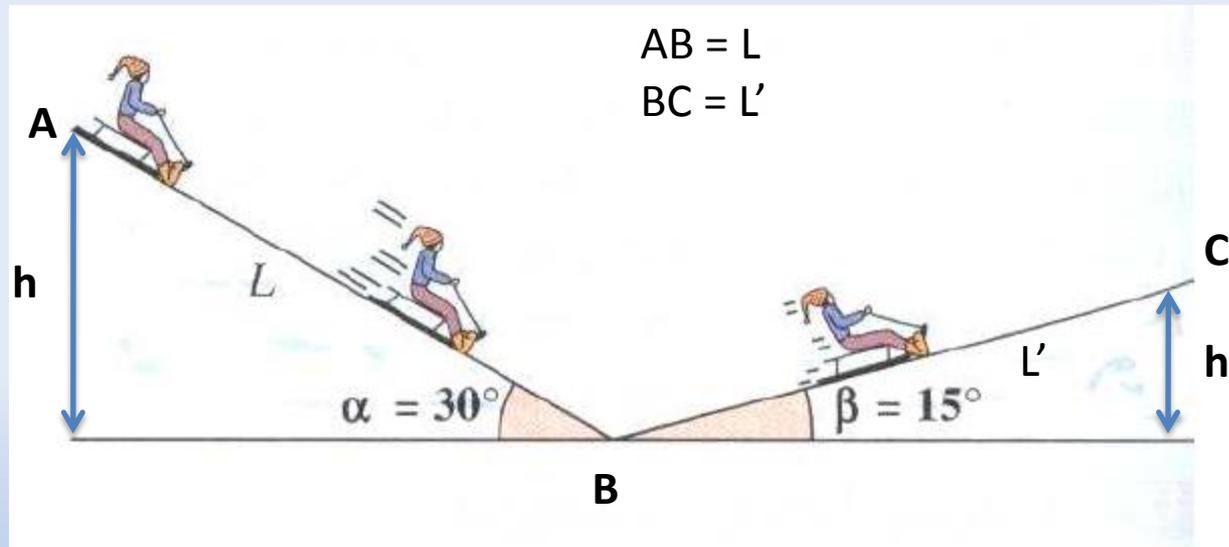
Au bas de cette pente, il aborde une autre pente inclinée de l'angle $\beta = 15^\circ$ sur l'horizontale.

- 1) Calculer la vitesse de l'enfant lorsqu'il arrive au bas de la première pente.
- 2) Quelle distance L' l'enfant parcourt-il le long de cette deuxième pente avant de s'arrêter ?

On négligera tous les frottements. On admettra en outre que la cassure de la pente au point le plus bas de la trajectoire ne modifie pas la valeur de la vitesse.



CHAPITRE 3 : Le travail et l'énergie



Au point A: $E_p = mgh$ et $E_c = 0$ / tel que $h = L \sin 30^\circ = 15 \text{ m}$

Au point B : $E_p = 0$ et $E_c = E_T = m.g.h = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow v = \sqrt{2g.h} = 17,15 \text{ m/s}$

Au point C : $E_c = 0$ et $E_p = m.g.h' = E_T$ avec $h' = L' \sin 15^\circ$

donc : $m.g.h' = E_T = \frac{1}{2}mv^2 = m.g.h$

$m.g.h' = m.g.L' \sin 15^\circ = m.g.h = m.g.L \sin 30^\circ$

$\Rightarrow L' = (L \cdot \sin 30^\circ) / (\sin 15^\circ) = 57,95 \text{ m}$

CHAPITRE 3 : Le travail et l'énergie

Résoudre les exercices suivants :

8) Une grue est capable de soulever une charge de 750 kg de 5 m en 10 secondes. En supposant sa puissance constante, combien de temps lui faut-il pour soulever 1250 kg de 6 m ? [Rép : 20 s]

14) Quel est le temps mis par une pompe de puissance 3,7kW pour transporter 10m^3 d'eau à une hauteur de 25m?

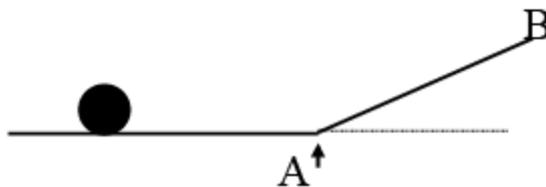
20) Un cascadeur de 90kg saute d'un pont sur un tremplin.

a) Illustrer schématiquement les transformations d'énergie qui ont lieu.

b) La vitesse au moment de l'atterrissage vaut 12m/s de quelle hauteur est-ce qu'il a sauté?

c) Quelle est la raideur du tremplin s'il est enfoncé de $x=1,2\text{m}$?

22) Une boule de masse 100 g est lancée avec une vitesse de 10 m/s sur un support horizontal, qui au point A s'incline et forme alors un angle $\alpha=10^\circ$ avec l'horizontale. (cf figure) Après avoir passé le point A , la boule ralentit, et s'arrête au point B . En supposant que les frottements sont négligeables, calculer la distance AB .



CHAPITRE 3 : Le travail et l'énergie

23) Sur l'attraction de fête foraine ci-contre, la nacelle ayant une masse de 10,5 t monte à une vitesse constante de 6,5 m/s.

a) Déduire la puissance du moteur assurant la montée.

b) La nacelle monte de 59 m. Combien de temps lui faut-il ?

c) Quelle est l'énergie potentielle de pesanteur (niveau de référence= point de départ) stockée dans la nacelle au sommet ?

d) Avec quelle vitesse est-ce que la nacelle atteindrait le sol, si elle n'était pas freinée ?

e) En réalité, la nacelle atteint une vitesse maximale de 25m/s avant d'être freiné. A quelle hauteur du sol, est-ce que les freins commencent à agir ?

