

CORRIGE du TP/TD n°9 – Module 6 – Comment se réalise les conversions d'énergie mécanique ?

Document n°1 : L'énergie mécanique

Tout corps sur Terre possède une énergie mécanique (E_m), plus ou moins grande qui résume en deux énergies : l'énergie cinétique (E_c) et l'énergie potentielle de position (E_{pp}). On peut alors en faire la somme :

$$E_m = E_c + E_{pp}$$

avec : E_{pp} , E_c , E_m (en J)

Et on peut détailler :

$$E_c = 1/2.m.v^2$$

avec : m : masse du corps (en kg), v : vitesse du corps (en m/s)

Et de même :

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

avec : m : masse du corps (en kg); h : altitude (en m);
 g : constante de la pesanteur terrestre = **9,81** (à la surface terrestre)

Document n°2 : La chute libre

On dit qu'un objet est en chute libre lorsque celui tombe, en adoptant une trajectoire rectiligne, qui exerce une force attractive sur cet objet (et sur n'importe quel objet !), sans qu'il subisse d'autre force.

Dans ce cas, la preuve d'une chute libre est qu'il y a conversion intégrale de l'énergie potentielle de position (E_{pp}) en énergie cinétique (E_c), sans perte d'énergie mécanique (E_m).

I) Questions préliminaires

1) En s'aidant du Doc.2, comment évolue alors l'énergie potentielle d'un corps qui tombe en chute libre ? Justifier.

Lors d'une chute, l'altitude diminue et comme E_{pp} est proportionnelle à h (l'altitude) alors lors d'une chute, E_{pp} diminue aussi.

2) En s'aidant du Doc.2, pourquoi alors la vitesse ne peut qu'augmenter ?

Lors d'une chute libre, il est dit que E_m reste constante, car sans perte, donc comme $E_m = E_{pp} + E_c$, si E_{pp} diminue alors E_c augmente forcément pour assurer que la somme des 2 soit toujours constante. Conclusion si un corps perd de l'altitude (donc E_{pp}), alors E_c augmente (et le corps gagne de la vitesse car E_c dépend de la vitesse !).

II) Etude de la chute de Luke Aikins

Document n°3 : La chute de Luke Aikins

Certains adeptes de grandes sensations aiment parfois sauter dans le vide, de très haut, la sensation de "glisse" dans l'air dépendant grandement de la vitesse atteinte lors de la chute. En général des parachutes sont utilisés pour ralentir la chute et faciliter l'atterrissage, mais on peut aussi, dans certains cas exceptionnels, utiliser des filets de sécurité pour amortir la chute à l'arrivée sur Terre.

Luke Aikins a sauté sans parachute d'une hauteur de 7,600 m et est arrivé au sol dans les filets à une vitesse de 200 km/h, sa masse était de 80 kg.



Filet de sécurité à l'atterrissage



Felix Baumgartner, lui, a sauté d'une hauteur de 39 km

Grue télescopique de 95 m

- 3) Calculer l'énergie potentielle de pesanteur de Luke Aikins dans sa position initiale (notée E_{ppi}) alors qu'il n'a pas encore de vitesse.

A une altitude initiale de 7600 m, on a donc :

$$E_{ppi} = m \cdot g \cdot h = 80 * 9,81 * 7600 = \underline{5964480 \text{ J}}$$

Et non, il ne possède pas de vitesse de départ, il se contente de se laisser tomber, il n'est pas "propulsé".

$$E_{ppi} = 5964480 \text{ J}$$

- 4) Calculer l'énergie cinétique de Luke Aikins lorsqu'il est arrivé au sol.

$$E_{cf} = (1/2) \cdot m \cdot v^2 = 0,5 * 80 * (200 / 3,6)^2 = \underline{123456 \text{ J}}$$

$$E_{cf} = 123456 \text{ J}$$

- 5) Comparer ces deux valeurs et conclure : Luke Aikins a-t-il réalisé une chute libre ?

Initialement : $E_{mi} = E_{ppi} + E_{ci} = E_{ppi}$ (car $E_{ci} = 0$) donc si la chute est libre alors cette énergie mécanique doit se conserver et à l'arrivée au sol (ou presque) : $E_{mf} = E_{cf} + E_{pff} = E_{cf}$ (car E_{pff} est proche de 0 à une altitude quasi nulle), donc on devrait retrouver $E_{cf} = E_{ppi}$, et ce n'est pas le cas : $E_{cf} < E_{ppi}$, il y a eu perte d'énergie lors de la chute !

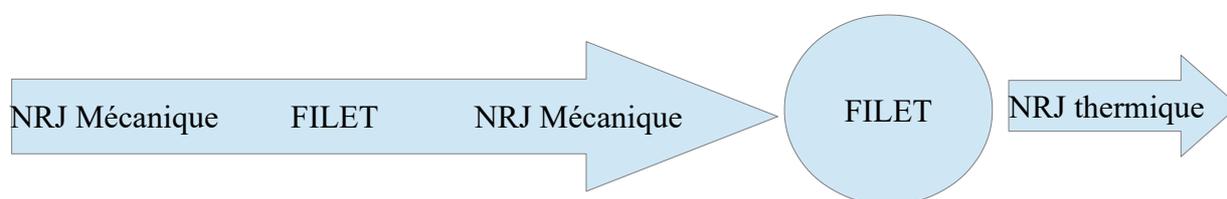
6) Quelle autre force (que la gravité) semble être impliquée dans le saut ?

Ce qui fait perdre de l'énergie, ce sont les frottements du corps qui chute avec l'air.

7) Lorsque Luke arrive dans le filet, y a-t-il une conversion ou un simple transfert d'NRJ ? Justifier.

L'énergie mécanique (sous forme cinétique essentiellement, lorsque le sauteur arrive dans le filet) est juste transférée en énergie mécanique également, car le filet se met en mouvement (et absorbe le choc par son élasticité). Lorsqu'il n'y a pas de transformation d'NRJ en un autre type d'NRJ et qu'elle est juste déplacée, c'est un transfert.

8) Dessiner dans le cadre ci-dessous, le diagramme de cette conversion (s'aider du Doc.3).



Nota Bene : la mise en mouvement du filet élastique transmet l'NRK mécanique aux mailles qui se déforment en se détendant, et lorsqu'elles se retendent, elles perdent leur NRJ sous forme thermique (ensuite cédée à l'air environnant).

III) Application aux barrages hydro-électriques

Document n°4 : Les barrages hydroélectriques

Les barrages hydroélectriques sont des dispositifs permettant de produire de l'électricité à partir d'une retenue d'eau, en général installée dans le lit d'un fleuve de gros débit.



Fleuve au Congo

9) En s'aidant du Doc.2, pourquoi, dans sa construction, a-t-on réalisé une dénivellation entre les points A et B (voir photographie ci-dessus) ?

Pour faire en sorte que l'eau puisse perdre de l'altitude et donc gagner de la vitesse, si on suppose bien sûr qu'il n'y a pas de perte d'énergie mécanique.

10) Qu'est ce qu'une turbine ? D'après vous, où sont elles dans ce barrage ? Justifier.

C'est une machine couplée à un alternateur, et qui donc doit être mise en rotation pour produire de l'électricité. Ici, c'est de l'eau en mouvement qui pourra les entraîner, l'eau arrive en B, là où elle a le maximum de vitesse et donc un maximum d'énergie cinétique (de mouvement).

11) Quelle est la conversion énergétique réalisée par une turbine ?

Energie mécanique en énergie électrique (et pertes sous forme de chaleur).

12) Pourquoi veut on obtenir une énergie cinétique d'eau la plus grande possible ?

Pour pouvoir alors transformer un maximum d'énergie cinétique en énergie électrique : une eau qui arrive à trop faible vitesse fera tourner moins vite les turbines ... Donc un minimum d'énergie potentielle pour un maximum d'énergie cinétique !

- Une tonne d'eau sort du barrage avec une vitesse nulle et dévale une pente, dans les conduits menant à la turbine de 35 m de hauteur. On suppose que le trajet de l'eau est assimilé à une chute libre.

13) Calculer l'énergie potentielle de cette masse d'eau avant qu'elle dévale la pente.

$$E_{ppi} = m.g.h = 1000 * 9,81 * 35 = \underline{343350 J}.$$

14) Déduire alors l'énergie cinétique transférée à la turbine qui la reçoit.

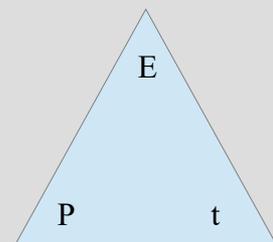
Comme on fait l'hypothèse d'une chute libre alors cette énergie initiale doit se conserver et à la fin, on aura toute cette énergie sous forme d'énergie cinétique, donc **343350 J** aussi.

BONUS

Document n°5 : La puissance, qu'est ce que c'est ?

En physique, l'énergie est ce qui permet directement de produire des phénomènes, mais s'il y a plus ou moins d'énergie disponible en un temps donné, les phénomènes peuvent être alors plus ou moins importants, et cette donnée de temps définit la puissance : c'est la **quantité d'énergie** disponible (en **J**) par **unité de temps** (s), qui se mesure en **Watt (W)** par la relation :

$$P = E / t$$



15. Compléter alors ci-dessus le triangle-formulaire donnant la puissance.

Voir ci-dessus.

16. Calculer alors la puissance d'une telle centrale hydroélectrique possédant 10 turbines recevant chacune 500 tonnes d'eau par minute.

Comme l'énergie précédente a été calculée à hauteur d'une tonne d'eau par turbine, alors pour **500 tonnes** et **10 turbines**, il faut multiplier le résultat précédent par **10 * 500** soit : **$E = 343350 * 10 * 500 = 1,72.10^9 \text{ J} = 1,72 \text{ GJ}$**

Et comme cette énergie est produite en 1 minute = 60 s, alors on déduit la **puissance** :

$$\underline{P = E / t = 1,72.10^9 / 60 = 28,6.10^6 \text{ W} = 28,6 \text{ MW}}$$