

Présentation des énergies mécaniques (aides pour la séance de TP)

L'énergie associée aux forces dissipatrices, par exemple les forces de frottement, n'est pas évoquée pour l'instant, nous avons choisi d'étudier des systèmes pour lesquels nous pouvons négliger ce type de force.

Puisque la mécanique, c'est « forces et mouvements », nous allons considérer deux types d'énergies, l'une associée au mouvement, l'autre à la force.

La première, liée au fait que le système en mouvement transporte de l'énergie, est l'énergie cinétique (E_c) ;

La deuxième, liée au fait que le système est soumis à une **force conservative qui peut déclencher son mouvement** est l'énergie potentielle (E_p).

E_c sera liée à la vitesse du corps ;

E_p sera liée à la position du corps dans un champ de forces (de forces conservatives...)

La somme des deux sera appelée énergie mécanique du système. $E_m = E_c + E_p$

a) L'énergie cinétique (de translation)

$$E_c = \frac{1}{2}mv_G^2$$

b) L'énergie potentielle de pesanteur

Remarque : une force conservative (définition vue précédemment) est une force à laquelle on peut associer une énergie potentielle.

Considérons un objet posé sur la table immobile. Son énergie mécanique ne peut pas être connue dans l'absolu, considérons qu'elle vaut $E_0 = 0$ J. Soulevons l'objet d'une hauteur $z = 1$ m et maintenons-le immobile à cette hauteur. Nous avons produit un travail qui s'est exactement opposé au travail du poids qui résistait. Nous avons produit le travail mgz . (*voir cours*).

Qu'est devenu ce travail ?

Il est présent dans l'objet sous forme d'énergie supplémentaire !

La preuve ? Si nous abandonnons le système il se met en mouvement spontanément.

Comment nommer cette énergie apportée lorsque nous avons soulevé le système de la hauteur z ?

Energie cinétique ? Non, nous maintenons le système immobile.

Nous dirons qu'il s'agit d'énergie potentielle (due à la pesanteur)

Nous pouvons même, en toute logique, conclure avec plus de précision :

Si nous posons qu'à une hauteur $z = 0$, l'énergie potentielle vaut $E_{pp0} = 0$ J,

alors l'énergie potentielle de pesanteur d'un système de masse m vaut :

$$E_{pp} = mgz \quad (\text{le centre d'inertie de système se trouvant à l'altitude } z)$$

Donc :

Lorsqu'un système matériel de masse m s'élève d'une hauteur Δz dans le champ de pesanteur, son énergie potentielle de pesanteur augmente de la valeur $mg\Delta z$ (on peut vérifier cette expression en considérant l' E_c finale (mesure de v) lorsque le système est abandonné et arrive au sol en chute libre...).

Notez que même si le mouvement du système n'est pas vertical, la variation d'énergie potentielle n'est liée qu'à la variation de la coordonnée verticale z :

$$\Delta E_p = mg(z_2 - z_1) \quad (1)$$

C'est ainsi que, pour pouvoir définir une grandeur « absolue », c'est-à-dire E_p (au lieu de ΔE_p qui est une valeur relative), nous avons-nous même décidé d'une origine des valeurs de E_p (voir page précédente).

L'expression (1) nous rappelle quelque chose : l'expression du travail du poids du système (attention, il y a une petite différence. Ceci peut nous guider pour répondre à la dernière question du TP (la question e)).

Conclusions du cours suite au TP

a) Conservation de l'énergie mécanique

S'il n'y a pas de pertes, de dissipations ou, au contraire d'apport extérieur, (frottements, déformation du système, émission de rayonnement, énergie fournie par un moteur, ...) l'énergie mécanique reste constante.

Lorsqu'un système matériel évolue à E_m constante, les forces qui s'exercent sur ce système sont conservatives ou ne produisent aucun travail.

D'où un retour à la notion de force conservative qui peut maintenant être présentée de façon plus directe : c'est une force qui ne provoque pas de modification de l'énergie mécanique du système.

b) Forces non conservatives

Une force non conservative (par exemple une force de frottement) ne provoque rien d'autre qu'un ralentissement du système sans lui fournir d'énergie ainsi qu'une diminution de l'énergie mécanique du système parce qu'elle produit un travail négatif. Ainsi dès que le système est soumis, par exemple, à des frottements, son E_m n'est plus constante et diminue.

Un autre exemple de force non conservative : la force motrice provoquée par un apport extérieur d'énergie, dans ce cas l'énergie mécanique du système n'est pas constante, elle augmente.

c) Formules et relations utiles supplémentaires (voir doc « g) Utiles »)