

Physique II: Mécanique - Electricité

SCIENCES DE LA
VIE ET DE LA TERRE



Shop



- Cahiers de Biologie + Lexique
- Accessoires de Biologie



Etudier



Visiter [Biologie Maroc](http://www.biologie-maroc.com) pour étudier et passer des QUIZ et QCM en ligne et Télécharger TD, TP et Examens résolus.



Emploi



- CV • Lettres de motivation • Demandes...
- Offres d'emploi
- Offres de stage & PFE

Travail d'une force

شغل القوة

C'est l'effort (énergie) fournie par la force $\vec{F}$ lorsque son point d'application se déplace.

travail élémentaire (pour un déplacement $d\vec{l}$)

$$dW = \vec{F} \cdot d\vec{l} \quad (= \text{scalaire})$$

$$= F \cdot dl \cos \alpha$$

travail moteur (force motrice) si $dW > 0$ $\Rightarrow$ accélérationtravail résistant (force résistante) si $dW < 0$ $\Rightarrow$ freinagetravail nul si $dW = 0$ $\alpha = \pi/2 \Rightarrow$ pas de modification du module de la vitesse du mouvement.

Ex: Travail nul de la force centrifuge

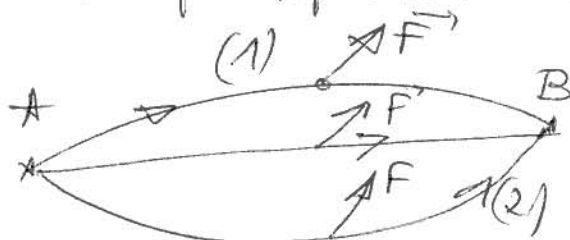
$$\text{Travail total: } W = \int_A^B \vec{F} \cdot d\vec{l}$$

 W dépend en général du trajet AB unité: le Joule.Forces Conservatives

القوى الحافظة

Ce sont par définition des forces pour lesquelles le travail ne dépend pas du trajet

$$W(1) = W(2) = W(3)$$

Exemple. le poids, force électrique, -

الشغل المبذول من قِبل قوة جاذبية على أي نظام بين نقطتين لا يعتمد على المسار المقطوع بين النقطتين.

Pour escalader une montagne, le travail total du poids (résistant) est le même quel que soit le chemin emprunté entre le départ et l'arrivée.

Puissance

$$P(t) = \frac{dW}{dt} = \vec{F} \cdot \frac{d\vec{l}}{dt} = \vec{F} \cdot \vec{v}(t)$$

se mesure en Watts

Energie cinétique :

الطاقة الحركية :

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2$$

pour un corps de masse m qui se déplace à la vitesse $v(t)$.

Théorème de l'énergie cinétique

$$\vec{F} = m \frac{d\vec{v}}{dt} \Rightarrow \vec{F} \cdot d\vec{l} = \vec{F} \cdot \vec{v} \cdot dt$$

$$m \cdot \vec{v} \cdot \frac{d\vec{v}}{dt} = \vec{F} \cdot \vec{v} \Rightarrow m \cdot \vec{v} \cdot d\vec{v} = \vec{F} \cdot \vec{v} dt = \vec{F} \cdot d\vec{l}$$

en intégrant $\Rightarrow \left(\frac{1}{2} m v^2 \right)_1^2 = \int_1^2 \vec{F} \cdot d\vec{l}$

ou $(\Delta E_c)_1^2 = W_1^2(\vec{F})$

la variation de l'énergie cinétique entre t_1 et t_2 est égale au travail effectué par la force entre $M_1(t_1)$ et $M_2(t_2)$.

Attention : Dans un référentiel galiléen (où la loi de Newton est vérifiée). Sinon, il faut ajouter les forces d'entraînement et de Coriolis.

Pour les forces conservatives : $\int_1^2 \vec{F} \cdot d\vec{l} = E_p(1) - E_p(2)$
(الطاقة الحركية) où E_p est l'énergie potentielle. Attention au signe.

$$\rightarrow E_c^2 - E_c^1 = E_p^1 - E_p^2$$

$$\text{ou encore } E_c^2 + E_p^2 = E_c^1 + E_p^1$$

On pose alors $E_c + E_p = E_m = \text{Energie mécanique}$

$\Rightarrow$ Dans un référentiel galiléen, en présence de forces conservatives, l'énergie mécanique se conserve

$$\vec{F} = -\text{grad } E_p$$

cas général: Forces conservatives et forces dissipatives
القوى الحافظة والقوى المبددة

W_d : travail des forces dissipatives (frottements)
مبددات

W_c : travail des forces conservatives $= E_p^1 - E_p^2$

on a: $W = W_d + W_c = E_c^2 - E_c^1$

ou $W_c = E_p^1 - E_p^2 \Rightarrow W_d = E_m^1 - E_m^2$

|| la perte de l'énergie mécanique est mesurée par le travail des forces dissipatives.

Equilibre, Stabilité

La variation de l'énergie potentielle est source de mouvement et d'inversement.

Pour qu'un système soit au repos, il faut que son énergie potentielle n'ait pas de variation en fonction de la position: c'est la condition d'équilibre.

Equilibre $\Leftrightarrow \frac{dE_p}{dx} = 0$ ou $dE_p = 0$ en gl

Alors la somme des forces appliquées est nulle,

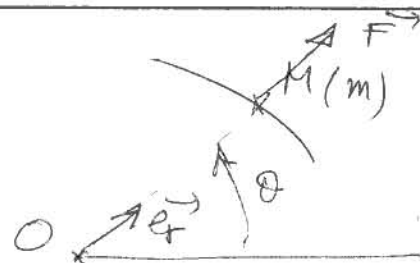
$\vec{F} = 0 \Rightarrow -\text{grad } E_p = 0 \Rightarrow \frac{dE_p}{dx} = 0$

Equilibre stable si $\frac{d^2E_p}{dx^2} > 0$ توازن مستقر

Equilibre instable si $\frac{d^2E_p}{dx^2} < 0$ توازن غير مستقر

Force Centrale.

$$\vec{F}(r) = \frac{\alpha}{r^2} \vec{e}_r, \quad \alpha > 0 \quad \text{cst}$$



Il est clair qu'il faut utiliser les coordonnées polaires:

$$\vec{V}(\vec{r}) = r\dot{\theta}\vec{e}_\theta + \dot{r}\vec{e}_r \quad (d\vec{r} = dr\vec{e}_r + r d\theta\vec{e}_\theta)$$

Energie Cinétique: $E_c = \frac{1}{2} m (\dot{r}^2 + r^2 \dot{\theta}^2)$

Energie potentielle: $E_p = - \int \vec{F} \cdot d\vec{r}$

Si la force est conservative

Vérifions:

$$d\vec{r} = dr\vec{e}_r + r d\theta\vec{e}_\theta$$

$$dW = \vec{F} \cdot d\vec{r} = \frac{\alpha}{r^2} dr$$

$$W_1^2 = \int_{r_1}^{r_2} \vec{F} \cdot d\vec{r} = \alpha \int_{r_1}^{r_2} \frac{dr}{r^2} = \alpha \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$$

on voit que W_1^2 ne dépend que de r_1 et r_2 et pas du chemin suivi $\Rightarrow$ force conservative

et $W_1^2 = E_p^1 - E_p^2 \Rightarrow E_p(r) = \frac{\alpha}{r}$ on a pris $E(\infty) = 0$

l'énergie potentielle

Energie Mécanique:

$$E_M = \frac{\alpha}{r} + \frac{1}{2} m (\dot{r}^2 + r^2 \dot{\theta}^2)$$

Moment Cinétique

$$\vec{\sigma}_O = \vec{OH} \wedge m \vec{v}$$

$$\vec{\sigma}_O = r \vec{e}_r \wedge m (\dot{r} \vec{e}_r + r \dot{\theta} \vec{e}_\theta)$$

$$= m r^2 \dot{\theta} \vec{e}_r \wedge \vec{e}_\theta = m r^2 \dot{\theta} \vec{e}_z$$

Théorème du moment cinétique:

$$\frac{d\vec{\sigma}_O}{dt} = M_O \vec{F} = \vec{OH} \wedge \vec{F} = r \vec{e}_r \wedge \frac{\alpha}{r^2} \vec{e}_r = 0 \Rightarrow \frac{d\vec{\sigma}_O}{dt} = 0$$

$$\Rightarrow \vec{\sigma}_O = m r^2 \dot{\theta} \vec{e}_z = \vec{C}_\theta$$

(Attention erreur polycopie p 24)

Vérification de la conservation de l'énergie totale,

$$\vec{F} = m\vec{\gamma} = \vec{\gamma} = \frac{\vec{F}}{m} = \frac{\alpha}{mr^2} \vec{e}_r = \vec{\gamma}_r$$

$$\text{or } \vec{\gamma}_r = (\ddot{r} - r\dot{\theta}^2) \vec{e}_r \Rightarrow \frac{\alpha}{mr^2} = \ddot{r} - r\dot{\theta}^2 \quad (1)$$

$$E_H = \frac{\alpha}{r} + \frac{1}{2} m (\dot{r}^2 + r^2 \dot{\theta}^2)$$

$$\frac{dE_H}{dt} = -\frac{\alpha}{r^2} \dot{r} + \frac{1}{2} m (2\dot{r}\ddot{r} + 2r\dot{r}\dot{\theta}^2 + r^2 2\dot{\theta}\ddot{\theta}) \quad (2)$$

$$\text{or } \gamma_\theta = 0 = 2\dot{r}\dot{\theta} + r\ddot{\theta} \Rightarrow r\ddot{\theta} = -2\dot{r}\dot{\theta}$$

en remplaçant, et en tenant compte de (1), on vérifie bien $\frac{dE_H}{dt} = 0 \Rightarrow E_H = Cte.$

Exemple d'équilibre

considérons la force attirante:

$$\vec{F} \propto \left(\frac{1}{x} - \frac{3}{x^2} + \frac{2}{x^3} \right) \vec{e}_x$$

$$\text{Equilibre} \Rightarrow \frac{1}{x} - \frac{3}{x^2} + \frac{2}{x^3} = 0 \Rightarrow x^2 - 3x + 2 = 0$$

$$\hookrightarrow x_1 = 1, x_2 = 2$$

Stabilité:

$$\frac{dE_p}{dx} = -F \Rightarrow \frac{dE_p}{dx} = -\frac{1}{x} + \frac{3}{x^2} - \frac{2}{x^3}$$

$$\frac{d^2E_p}{dx^2} = \frac{1}{x^2} - \frac{6}{x^3} + \frac{6}{x^4} = \frac{1}{x^2} \left(1 - \frac{6}{x} + \frac{6}{x^2} \right)$$

$$\frac{d^2E_p}{dx^2}(x_1=1) = 1 - 6 + 6 = 1 > 0 \quad \text{Equil. stable}$$

$$\frac{d^2E_p}{dx^2}(x_2=2) = \frac{1}{4} \left(1 - \frac{6}{2} + \frac{6}{4} \right) = \frac{1}{4} \left(-2 + \frac{3}{2} \right) < 0$$

Equil. instable

Bon courage



LIENS UTILES 🙌

Visiter :

1. <https://biologie-maroc.com>

- Télécharger des cours, TD, TP et examens résolus (PDF Gratuit)

2. <https://biologie-maroc.com/shop/>

- Acheter des cahiers personnalisés + Lexiques et notions.
- Trouver des cadeaux et accessoires pour biologistes et géologues.
- Trouver des bourses et des écoles privées

3. <https://biologie-maroc.com/emploi/>

- Télécharger des exemples des CV, lettres de motivation, demandes de ...
- Trouver des offres d'emploi et de stage

