

## les forces

Les interactions fondamentales

### Interaction forte

- Cohésion du noyau de l'atome
- Faible rayon d'action ( $10^{-15}$  m)

### Interaction faible

- Intervient dans la radioactivité  $\beta$
- Faible rayon d'action ( $10^{-18}$  m)
- $10^{13}$  fois plus faible que l'interaction forte

### Interaction électromagnétique

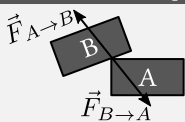
- La plupart des phénomènes physiques (lumière, magnétisme, forces de contact, ...)
- portée infinie ( $\propto 1/r^2$ )
- 100 fois plus faible que l'interaction forte

### Gravitation

- Interaction attractive entre les objets massifs
- portée infinie ( $\propto 1/r^2$ )
- $10^{38}$  fois plus faible que l'interaction forte

### Loi des actions réciproques

3<sup>ème</sup> loi de Newton



$$\vec{F}_{A \rightarrow B} = -\vec{F}_{B \rightarrow A}$$

Quelques forces usuelles

### Frottement fluide

- à faible vitesse  $\vec{F} = -k\vec{v}$
- à haute vitesse  $||\vec{F}|| = -k||\vec{v}||^2$

### Ressort

$$\vec{F} = -k\Delta\vec{l}$$

constante de raideur

### Poids

$$\vec{P} = m\vec{g}$$

### Frottement solide

- sans glissement  $\vec{v} = \vec{0}$   
 $||\vec{T}|| \leq \mu_s ||\vec{N}||$
- avec glissement  $\vec{v} \neq \vec{0}$   
 $||\vec{T}|| = \mu_d ||\vec{N}||$

### Poussée d'Archimède

$$\vec{F} = -V\rho\vec{g}$$

fluide  $\rho$

## Énergies

### Travail d'une force

Déplacement élémentaire

$$dW = \vec{F} \cdot d\vec{u}$$

travail force déplacement

Sur un chemin

$$W = \int_{\mathcal{C}} \vec{F} \cdot d\vec{u}$$

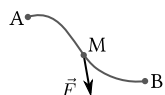
chemin

$$\text{Puissance } P = \vec{F} \cdot \vec{v}$$

Énergie cinétique

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

### Théorème de l'énergie cinétique

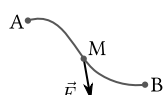


$$E_c(B) - E_c(A) = W_{A \rightarrow B}(\vec{F})$$

Variation d'énergie cinétique Travail fourni par la force  $\vec{F}$

### Force conservative

Une force conservative est une force dont le travail fourni entre deux points ne dépend pas du chemin suivi entre ces deux points.



Si  $\vec{F}$  est une force conservative, alors on a :

$$W_{A \rightarrow B}(\vec{F}) = E_p(A) - E_p(B)$$

Énergie potentielle associée à  $\vec{F}$

Énergie mécanique

$$E_m = E_c + E_p$$

Toutes les énergies potentielles

### Conservation de l'énergie mécanique

L'énergie mécanique d'un point matériel soumis uniquement à des forces conservatives reste constante.

## les lois du mouvement

### Quantité de mouvement

Un point matériel de masse  $m$  et de vitesse  $\vec{v}$  dans un référentiel  $\mathcal{R}$  possède une quantité de mouvement

$$\vec{p} = m\vec{v}$$

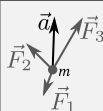
### Référentiel galiléen

1<sup>ère</sup> loi de Newton

Dans un référentiel galiléen, un point matériel qui n'est soumis à aucune force ne bouge pas ou a un mouvement rectiligne uniforme.

### Principe fondamental de la dynamique

2<sup>ème</sup> loi de Newton



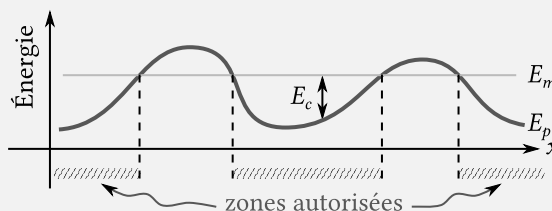
Dans un référentiel galiléen, l'accélération d'un point M de masse  $m$  soumis à des forces  $\vec{F}_1$ ,  $\vec{F}_2$ ,  $\vec{F}_3$ , ... est :

$$m\vec{a} = \sum_i \vec{F}_i$$

# Mécanique Newtonienne

## Équilibre, stabilité et représentation graphique

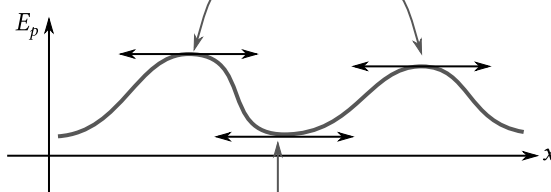
### Représentation graphique d'un mouvement 1D conservatif



### Équilibre et stabilité

#### Positions d'équilibre instables

$$\frac{dE_p}{dx} = 0 \quad \text{et} \quad \frac{d^2E_p}{dx^2} < 0$$



#### Position d'équilibre stable

$$\frac{dE_p}{dx} = 0 \quad \text{et} \quad \frac{d^2E_p}{dx^2} > 0$$