

PHYSIQUE GÉNÉRALE (1)

Pr Sepulchre



LA PHYSIQUE ????



PRANK



LA PHYSIQUE <3



- Epreuve de 35 min
- Deux matières : Physique et Biophysique
- 2 profs : Pr. SEPULCHRE, ~~Pr. LEGRAND~~, Pr. BAILLIF
- 10 QCMs
- 60 points ++++



**NE PAS PRENDRE LA
PHYSIQUE A LA LEGERE**



COMPREHENSION

S'EXERCER UN MAX

SOMMAIRE

1. MECANIQUE NEWTONNIENNE

- 1.1. Référentiel
- 1.2. Cinématique d'objets ponctuels
- 1.3. Dynamique de points matériels
- 1.4. Quelques exemples de forces
- 1.5 Quelques applications du PFD

2. DYNAMIQUE DE ROTATION

- 2.1. Produit vectoriel
- 2.2. Moment d'une force
- 2.3. Moment angulaire
- 2.4 Moment d'inertie
- 2.5 Rotation libre
- 2.6. Exemple du patineur
- 2.7 Mouvement de précession

3. FORMALISME DU POTENTIEL

- 3.1. Travail
- 3.2. Energie potentielle
- 3.3. Potentiel électrique
- 3.4 Relation Force-Energie potentielle
- 3.5 Energie cinétique et énergie mécanique

4. ETUDE DU DIPOLE ELECTRIQUE

- 4.1. Définition
- 4.2. Dipôles dans la matière
- 4.3. Diélectriques et condensateurs

5. CONDUCTION ELECTRIQUE

- 5.1. Introduction
- 5.2. La loi d'Ohm
- 5.3. Résistance en série / parallèle

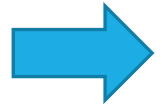
6. OSCILLATEURS

- 6.1. Introduction
- 6.2. Etude de l'oscillateur harmonique
- 6.3. Oscillateur harmonique et amort
- 6.4 Oscillateur amorti et entretenu

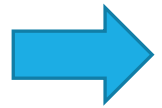
1.1 REFERENTIEL

- 1-Mécanique Newtonienne
- 2- Dynamique de rotation
- 3. Formalisme du potentiel
- 4. Etude du dipôle électrique
- 5- Conduction électrique
- 6- Oscillateur

Un référentiel R est constitué :



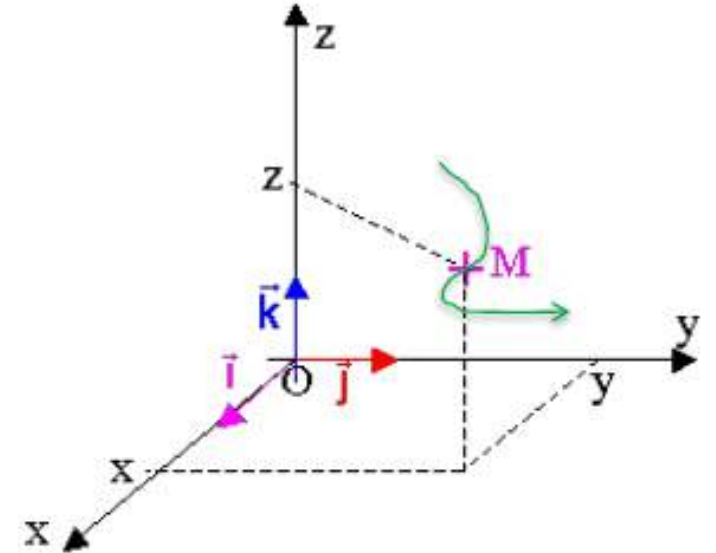
D'un repère **mathématique** $(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$



D'un repère de **temps**

Tout point M en mouvement par rapport à O est repéré par 3 coordonnées en fonction du temps

$\vec{OM}(t)$ est le vecteur **position** de M à l'instant t



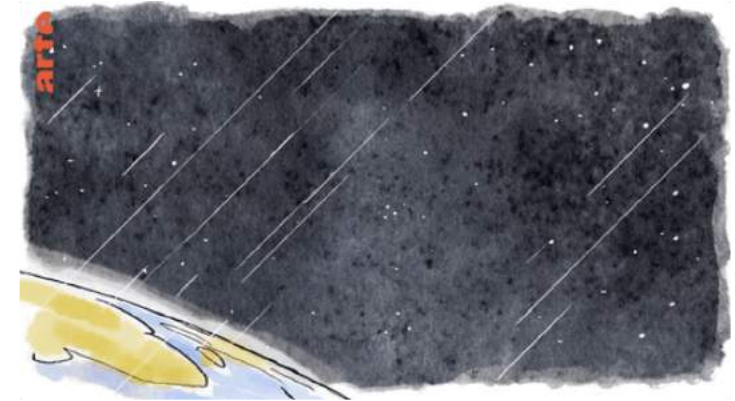
1.2 CINEMATIQUE

Vecteur vitesse

$$\vec{v} = \frac{d\mathbf{OM}(t)}{dt}$$

TOUJOURS tangent

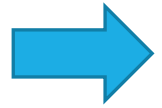
- 1-Mécanique Newtonienne
- 2- Dynamique de rotation
- 3. Formalisme du potentiel
- 4. Etude du dipôle électrique
- 5- Conduction électrique
- 6- Oscillateur



Vecteur accélération

$$\vec{a}(t) = \frac{d\vec{v}(t)}{dt}$$

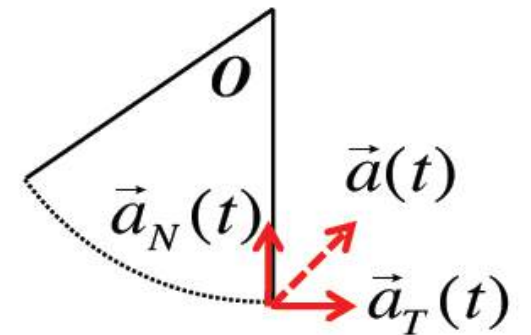
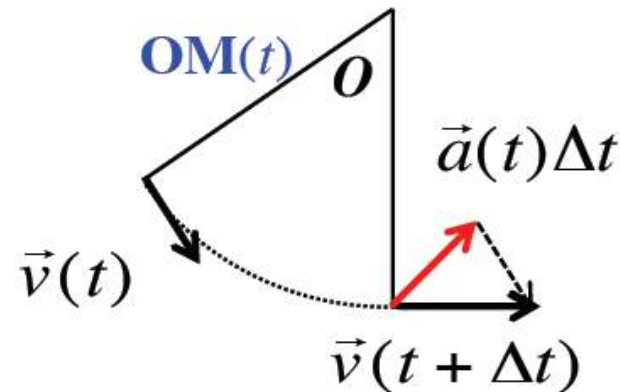
- 1-Mécanique Newtonienne
- 2- Dynamique de rotation
- 3. Formalisme du potentiel
- 4. Etude du dipôle électrique
- 5- Conduction électrique
- 6- Oscillateur



$a_T(t)$: la composante **tangentielle**,
colinéaire, parallèle à $v(t)$



$a_N(t)$: la composante **normale**,
perpendiculaire à $v(t)$, toujours dirigée
vers l'intérieure



Mouvement rectiligne

Vecteur vitesse : tangent

Vecteur accélération :

- Composante normale = nulle
- Composante tangentielle



\vec{v}



\vec{a}

Mouvement rectiligne uniforme

$$\vec{a}(t) = \frac{d\vec{v}(t)}{dt}$$

Vecteur vitesse : tangent et constant

Vecteur accélération : nulle



\vec{v}



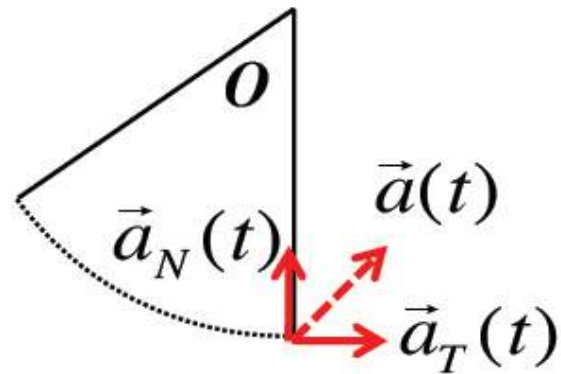
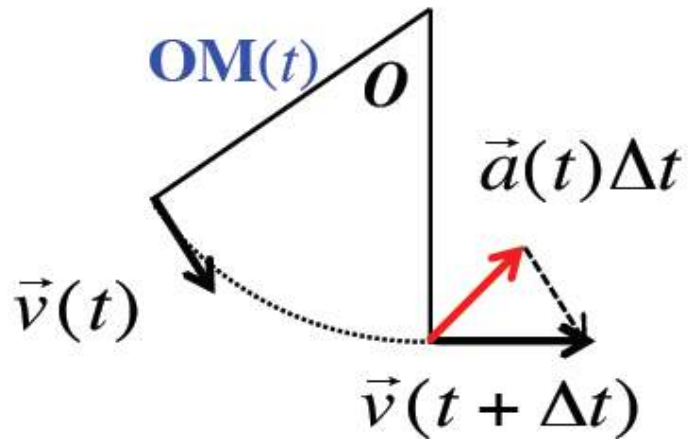
$\vec{a} = 0$

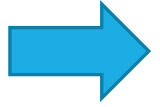
Mouvement circulaire

Vecteur vitesse : tangent

Vecteur accélération :

- Composante normale
- Composante tangentielle





Mouvement circulaire uniforme

- 1-Mécanique Newtonienne
- 2- Dynamique de rotation
- 3. Formalisme du potentiel
- 4. Etude du dipôle électrique
- 5- Conduction électrique
- 6- Oscillateur

Vecteur vitesse : tangent et norme constante

$$v = \omega \cdot r$$

ω est la vitesse angulaire exprimée en **rad.s⁻¹**

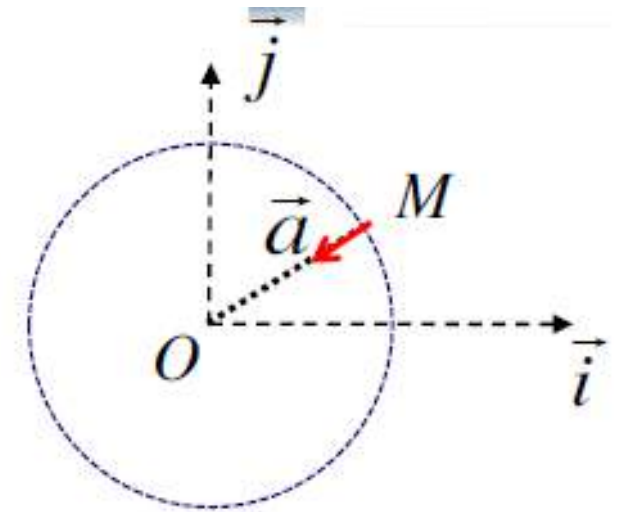
Vecteur accélération :

Composante tangentielle : nulle

Composante normale : **NON** nulle.

$$a = \omega^2 \cdot r = \frac{v^2}{r}$$

Le mouvement est purement centripète et de sens opposé à OM(t)



1.3 Lois de Newton

Quantité de mouvement: $\mathbf{p} = m \cdot \mathbf{v}$

Les lois de Newton :

- 1^{ère} loi : $\frac{d\vec{P}}{dt} = \mathbf{0} \Leftrightarrow \vec{F}_{tot} = \mathbf{0}$

- 2^{ème} loi : $\frac{d\vec{P}}{dt} = m \cdot \frac{d\vec{v}}{dt} = m \cdot \mathbf{a} \Leftrightarrow \vec{F}_{tot}$

- 3^{ème} loi : $\vec{F}_{A/B} = -\vec{F}_{B/A}$

- 1-Mécanique Newtonienne
- 2- Dynamique de rotation
3. Formalisme du potentiel
4. Etude du dipôle électrique
- 5- Conduction électrique
- 6- Oscillateur





$$\vec{v} = cste$$



$$\vec{v} = 0$$

1.3 Lois de Newton

Quantité de mouvement: $\mathbf{p} = m \cdot \mathbf{v}$

Les lois de Newton :

- 1^{ère} loi : $\frac{d\vec{P}}{dt} = \mathbf{0} \Leftrightarrow \vec{F}_{tot} = \mathbf{0}$

- 2^{ème} loi : $\frac{d\vec{P}}{dt} = m \cdot \frac{d\vec{v}}{dt} = m \cdot \mathbf{a} \Leftrightarrow \vec{F}_{tot}$

- 3^{ème} loi : $\vec{F}_{A/B} = -\vec{F}_{B/A}$

- 1-Mécanique Newtonienne
- 2- Dynamique de rotation
3. Formalisme du potentiel
4. Etude du dipôle électrique
- 5- Conduction électrique
- 6- Oscillateur



1-Mécanique Newtonienne
2- Dynamique de rotation
3. Formalisme du potentiel
4. Etude du dipôle électrique
5- Conduction électrique
6- Oscillateur

Les forces internes ne sont pas prises en compte

Forces extérieures:

- Les forces à distance (ex le poids)
- Les forces de contact (ex frottements)



1.4 EXEMPLES DE FORCES

Force gravitationnelle

$$\overrightarrow{F_{A/B}} = -G \frac{(m_a.m_b)}{r^2}$$

ATTRACTIVE!!

$G = 6,7.10^{-11}$ est la constante gravitationnelle en $N.m^2.Kg^{-2}$

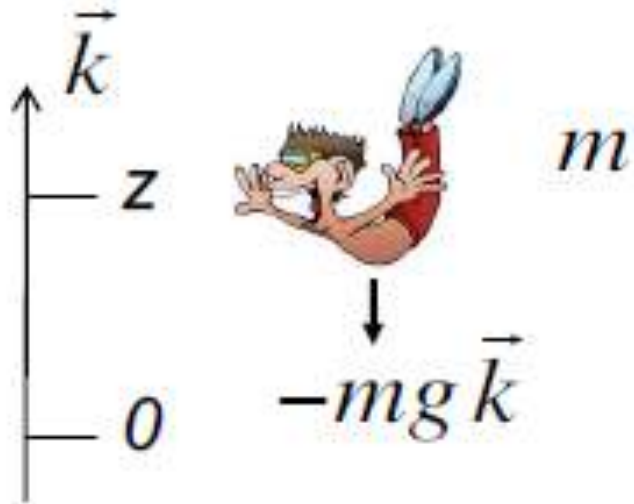


- 1-Mécanique Newtonienne
- 2- Dynamique de rotation
- 3.Formalisme du potentiel
- 4.Etude du dipôle électrique
- 5-Conduction électrique
- 6-Oscillateur

Force de pesanteur

$$\overrightarrow{F_{A/B}} = -mg\vec{k}$$

$$g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$$

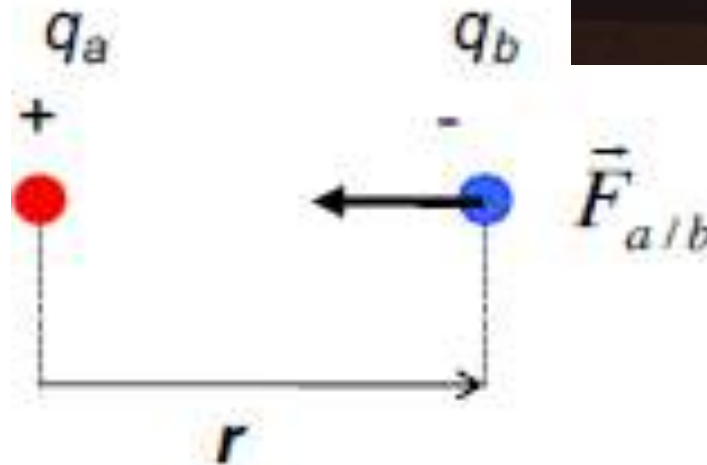
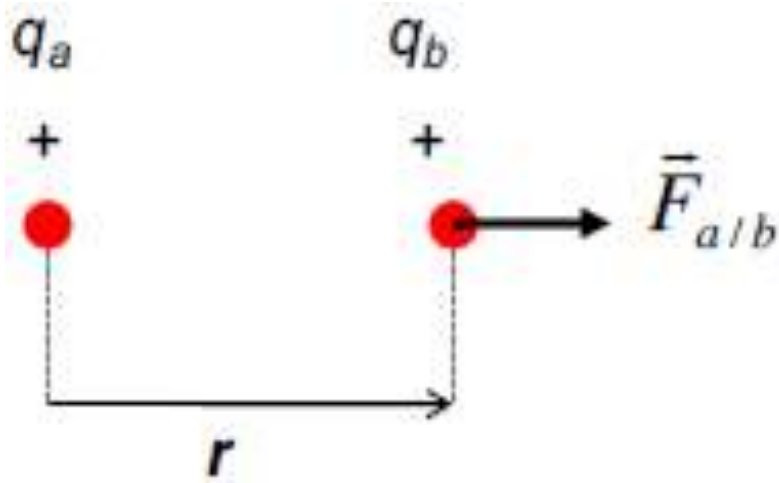


Force électrique de Coulomb

$$\vec{F}_{A/B} = k \frac{(q_a \cdot q_b)}{r^2}$$

$$K = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$$

- 1-Mécanique Newtonienne
- 2- Dynamique de rotation
- 3. Formalisme du potentiel
- 4. Etude du dipôle électrique
- 5- Conduction électrique
- 6- Oscillateur



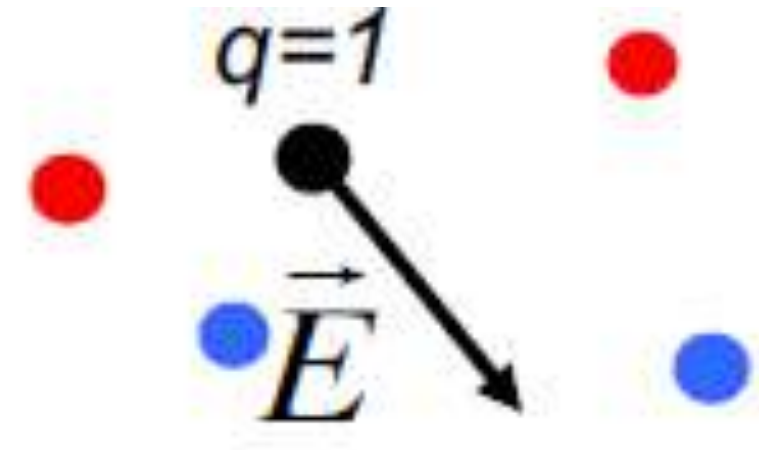
Champ électrique

$$\vec{F} = q \cdot \vec{E}(x,y,z)$$

E en $N.C^{-1}$ ou en $V.m^{-1}$



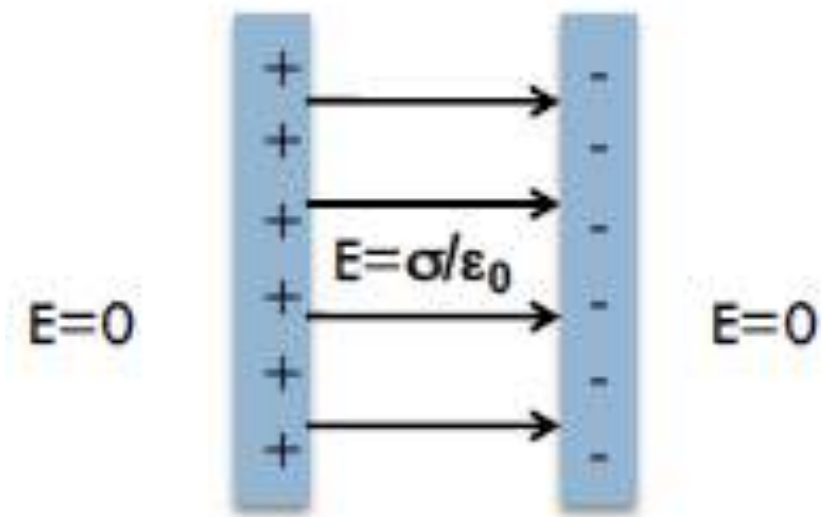
- 1-Mécanique Newtonienne
- 2- Dynamique de rotation
- 3. Formalisme du potentiel
- 4. Etude du dipôle électrique
- 5- Conduction électrique
- 6- Oscillateur



Champ électrique entre deux plaques chargées

Exemple du condensateur plan

- 1-Mécanique Newtonienne
- 2- Dynamique de rotation
- 3.Formalisme du potentiel
- 4.Etude du dipôle électrique
- 5-Conduction électrique
- 6-Oscillateur



$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$$

σ : densité en C.m^{-2}
 ϵ_0 :permittivité du vide

Du + vers le -

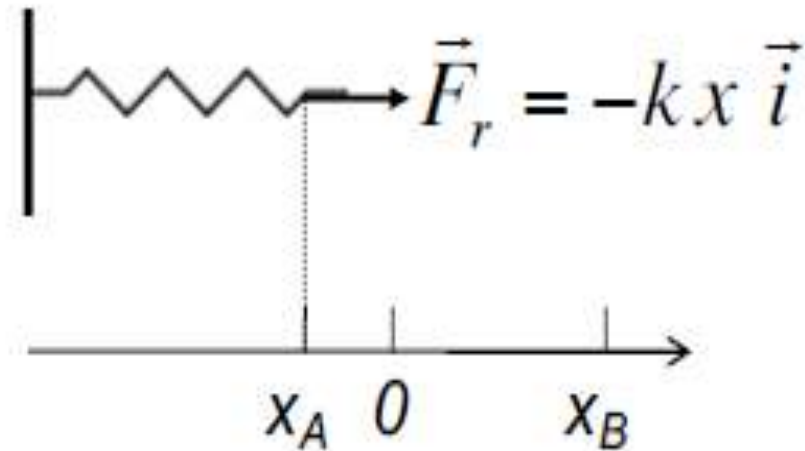


Force de rappel d'un ressort

- 1-Mécanique Newtonienne
- 2- Dynamique de rotation
- 3. Formalisme du potentiel
- 4. Etude du dipôle électrique
- 5- Conduction électrique
- 6- Oscillateur

$$\vec{F}_r = -k(x - x_0)$$

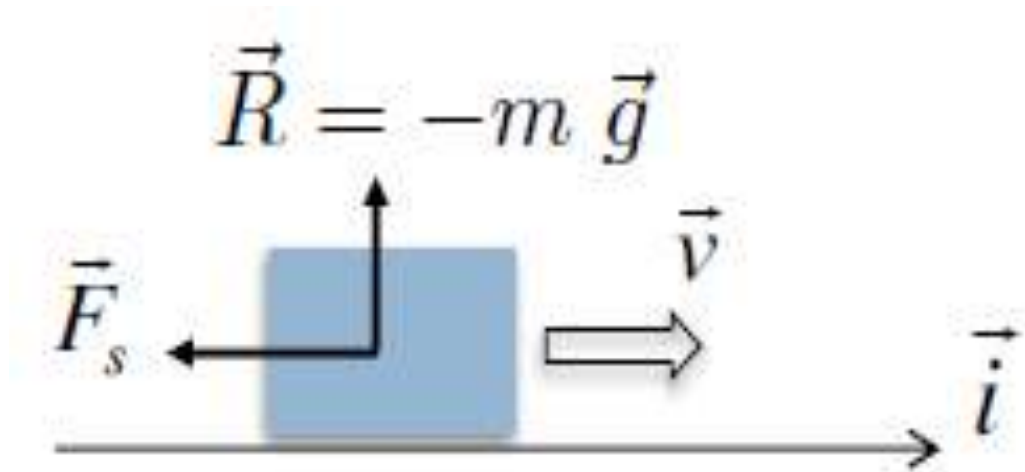
k = constante de rappel du ressort en **N.m⁻¹**



Force de frottement sec dynamique (tribologie)

- 1-Mécanique Newtonienne
- 2- Dynamique de rotation
- 3. Formalisme du potentiel
- 4. Etude du dipôle électrique
- 5- Conduction électrique
- 6- Oscillateur

$$\vec{F}_r = -\mu \cdot R \cdot \text{sign}(v)$$



μ = coefficient de frottement sec dynamique,
ne dépend QUE de la nature du contact entre
l'objet et son support



PIEGE

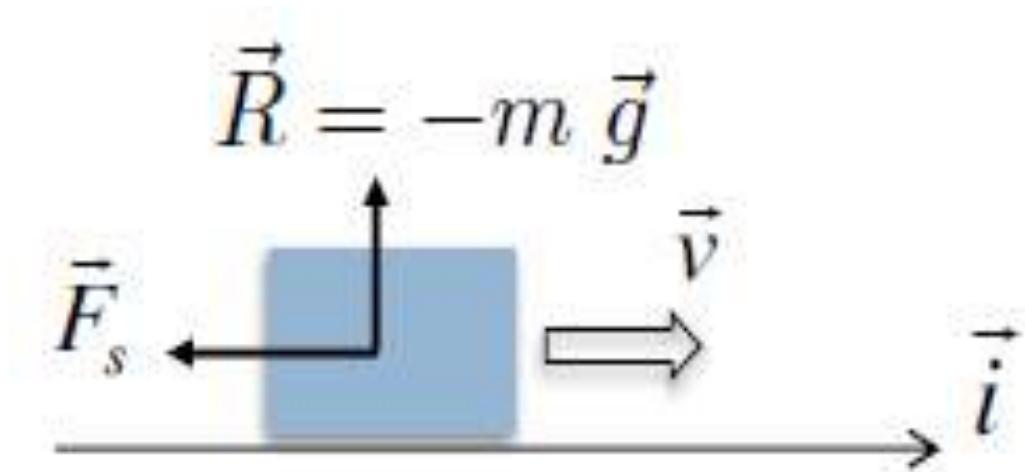


WHY MUST LIFE BE SO HARD

Force de frottement sec dynamique (tribologie)

- 1-Mécanique Newtonienne
- 2- Dynamique de rotation
- 3. Formalisme du potentiel
- 4. Etude du dipôle électrique
- 5- Conduction électrique
- 6- Oscillateur

$$\vec{F}_r = -\mu \cdot R \cdot \text{sign}(v)$$



μ = coefficient de frottement sec dynamique,
ne dépend QUE de la nature du contact entre
l'objet et son support

Force de frottement visqueux

- 1-Mécanique Newtonienne
- 2- Dynamique de rotation
- 3. Formalisme du potentiel
- 4. Etude du dipôle électrique
- 5- Conduction électrique
- 6- Oscillateur

$$\overrightarrow{F_{visq}} = -\beta \vec{v}$$



Pour une boule de rayon R ,

$$\beta = 6 \cdot \pi \cdot R \cdot \eta$$

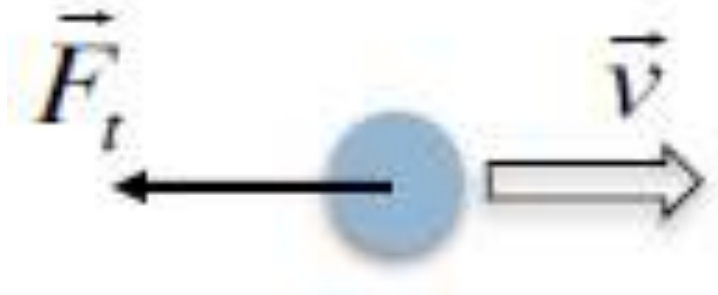
Dépend :

- Forme géométrique R
- Fluide η (= viscosité du fluide)

Basse vitesse, $< 5 \text{ m.s}^{-1}$ dans l'air

Force de traînée

$$\vec{F}_r = -\frac{1}{2} \rho \cdot S \cdot c \cdot v \vec{v}$$



Grande vitesse

- 1-Mécanique Newtonienne
- 2- Dynamique de rotation
3. Formalisme du potentiel
4. Etude du dipôle électrique
- 5- Conduction électrique
- 6- Oscillateur

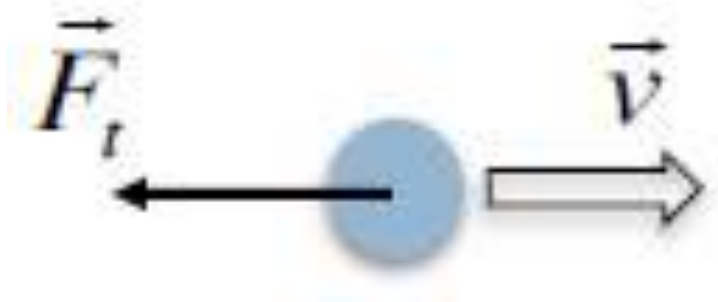


PIEGE



Force de traînée

$$\vec{F}_r = -\frac{1}{2} p \cdot S \cdot c \cdot \mathbf{v}^2$$



Grande vitesse

- 1-Mécanique Newtonienne
- 2- Dynamique de rotation
3. Formalisme du potentiel
4. Etude du dipôle électrique
- 5- Conduction électrique
- 6- Oscillateur



Poussée d'Archimède

$$\vec{F}_A = \rho \cdot V_i \cdot g \vec{k}$$

Cas particulier : la flottabilité

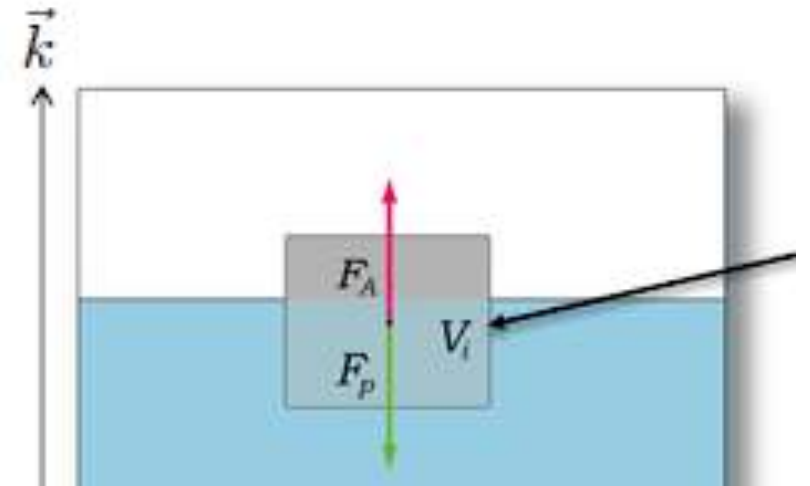
$$F_p = F_A$$

$$\Leftrightarrow m \cdot g = \rho \cdot V_i \cdot g$$

$$\Leftrightarrow \mathbf{m} = \rho \cdot V_i$$

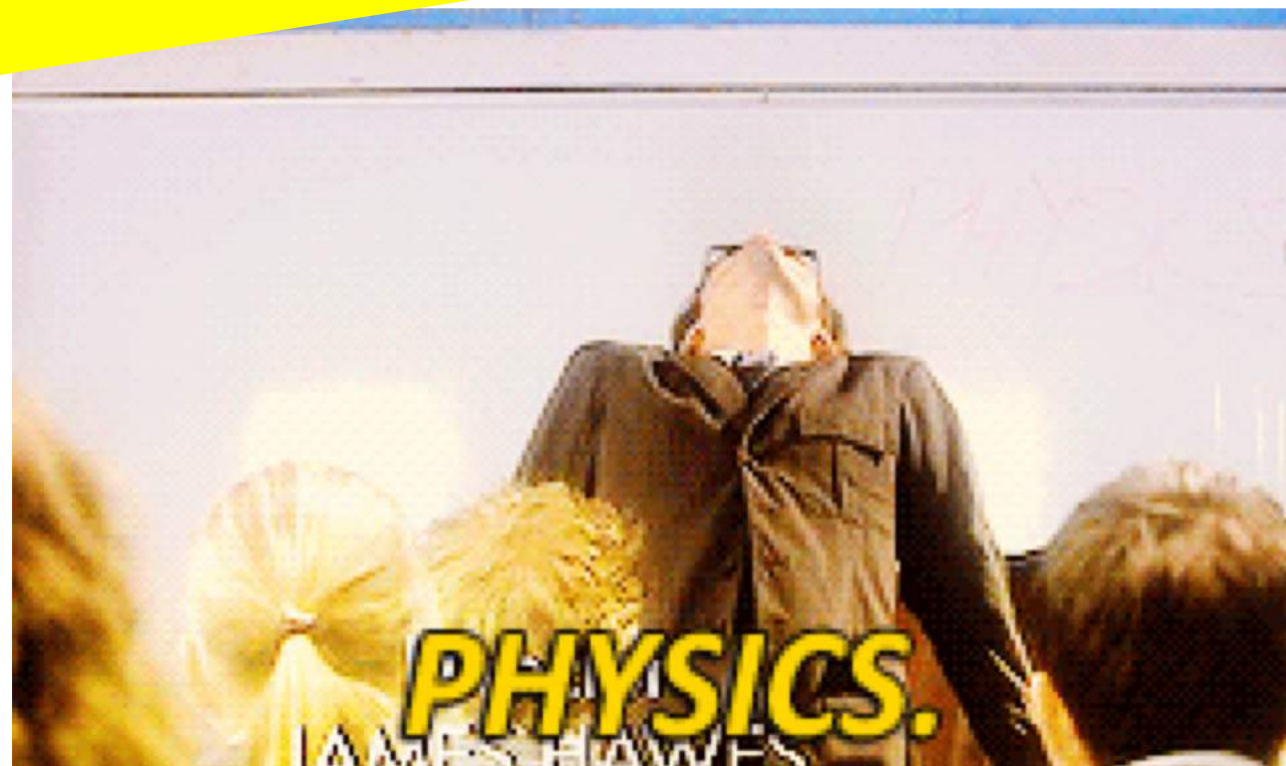


- 1-Mécanique Newtonienne
- 2- Dynamique de rotation
3. Formalisme du potentiel
4. Etude du dipôle électrique
- 5- Conduction électrique
- 6- Oscillateur



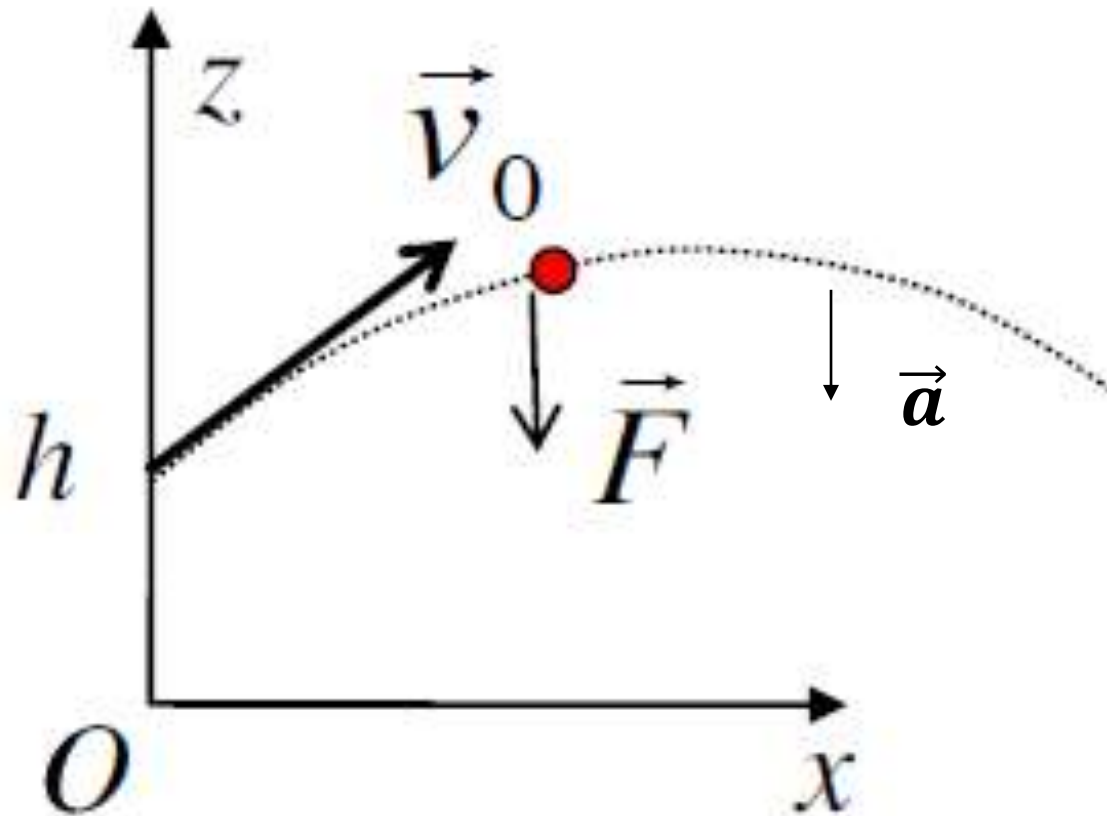
Rmq = le point d'application de la F_A est le centre géométrique alors que celui du poids F_p est le centre d'inertie

IMPORTANT



1.5 EXEMPLE DU PFD

Trajectoire d'une masse m dans un champ de force constant



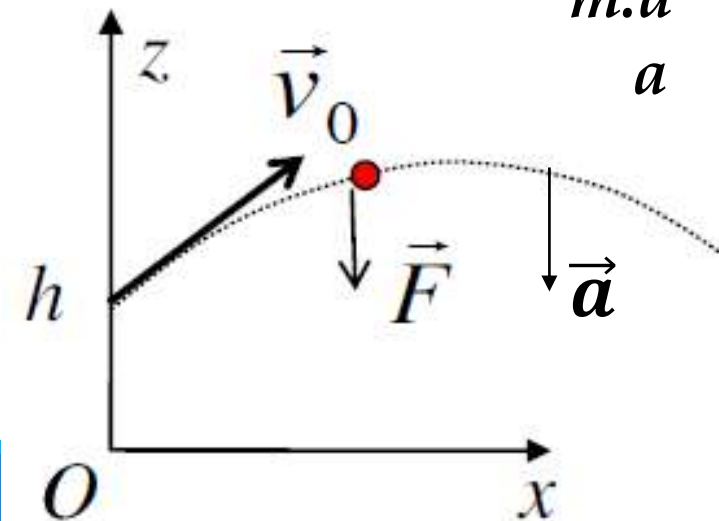
- 1-Mécanique Newtonienne
- 2- Dynamique de rotation
- 3. Formalisme du potentiel
- 4. Etude du dipôle électrique
- 5- Conduction électrique
- 6- Oscillateur

Trajectoire d'une masse m dans un champ de force constant

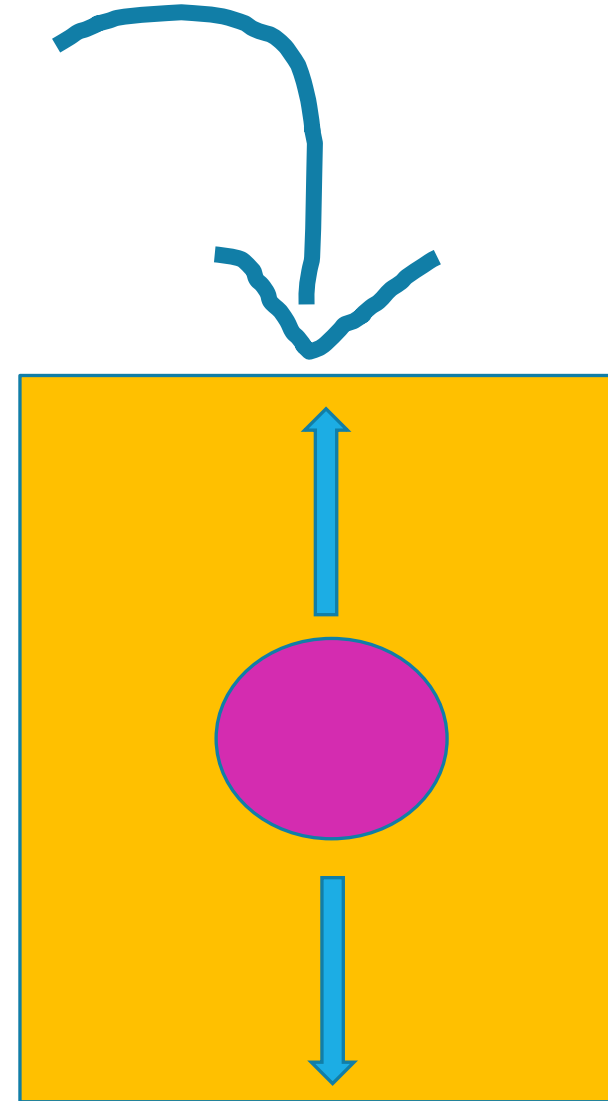
- 1-Mécanique Newtonienne
- 2- Dynamique de rotation
- 3. Formalisme du potentiel
- 4. Etude du dipôle électrique
- 5- Conduction électrique
- 6- Oscillateur

$$\boxed{m\vec{a}_G = \vec{F}} \Leftrightarrow \begin{cases} m \frac{dv_x}{dt} = 0 \\ m \frac{dv_y}{dt} = 0 \\ m \frac{dv_z}{dt} = -F \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} v_x(t) = \frac{dx}{dt} = v_{0x} \\ v_y(t) = \frac{dy}{dt} = 0 \\ v_z(t) = \frac{dz}{dt} = v_{0z} - gt \end{cases} \Rightarrow \boxed{\begin{cases} x(t) = v_{0x}t \\ y(t) = 0 \\ z(t) = h + v_{0z}t - \frac{gt^2}{2} \end{cases}}$$

$m.a = -m.g$
 $a = -g$



Chute d'une particule soumise à une force de frottement visqueux



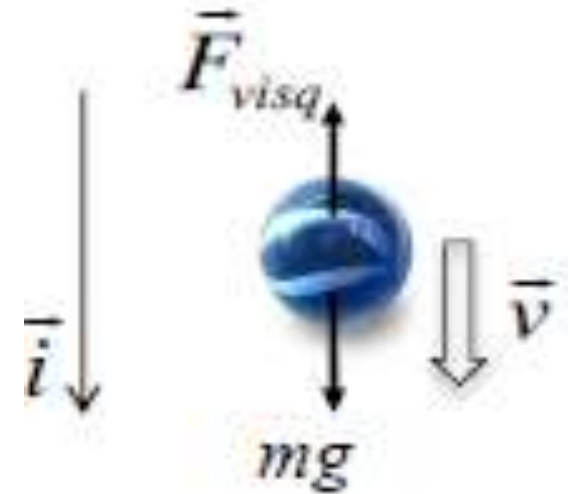
Chute d'une particule soumise à une force de frottement visqueux

$$m\vec{a} = m\vec{g} + \vec{F}_{visq} \Rightarrow m \frac{dv_x}{dt} = mg - \beta v_x$$

$$mg - \beta v_x = m \cdot 0$$

$$v_{\text{lim}} = \frac{mg}{\beta}$$

- 1-Mécanique Newtonienne
- 2- Dynamique de rotation
- 3. Formalisme du potentiel
- 4. Etude du dipôle électrique
- 5- Conduction électrique
- 6- Oscillateur



Idem mais en appliquant la poussée d'Archimède

- 1-Mécanique Newtonienne
- 2- Dynamique de rotation
- 3. Formalisme du potentiel
- 4. Etude du dipôle électrique
- 5- Conduction électrique
- 6- Oscillateur

$$m\vec{a} = m\vec{g} + \vec{F}_{visq} + \vec{F}_A \Rightarrow m \frac{dv_x}{dt} = mg - \beta v_x - \rho V g$$

$$mg - \beta v_x - \rho V g = m \cdot 0$$

$$v_{lim} = \frac{(m - \rho V)g}{\beta}$$



Force motrice cst + Force de traînée

$$\vec{F}_t = -\frac{1}{2} \rho S c_x v \vec{v}$$

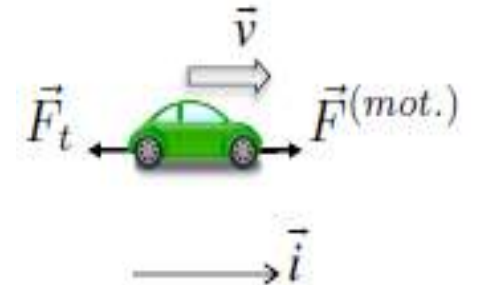
$$m\vec{a} = \vec{F}^{(mot.)} + \vec{F}_t \Rightarrow m \frac{dv_x}{dt} = F^{(mot.)} - \frac{1}{2} \rho S c_x v_x^2$$

$$F(mot) - \frac{1}{2} \rho S c v^2 = m \cdot 0$$



$$v_{\text{lim}} = \sqrt{\frac{2F^{(mot.)}}{\rho S c_x}}$$

- 1-Mécanique Newtonienne
- 2- Dynamique de rotation
- 3. Formalisme du potentiel
- 4. Etude du dipôle électrique
- 5- Conduction électrique
- 6- Oscillateur



QCM TIME - SOCRATIVE



QCM



Vous décidez de jouer à Mario kart sur la wii, vous avez perdu votre partie et vous jetez votre manette d'une masse $m = 30\text{g}$ par la fenêtre d'une hauteur $h = 20\text{mètres}$ à une vitesse v_0 nulle. On ne prend pas en compte les forces de frottements et la poussée d'Archimède. L'axe z est dirigé vers le haut.

Donnée : $g = 10\text{m.s}^{-2}$

- A. L'accélération « a » dépend de la masse
- B. Une manette de masse $m = 80\text{g}$ atteindra le sol plus rapidement
- C. La manette touchera le sol à $t=2\text{sec}$
- D. La manette touchera le sol à $t=1\text{sec}$

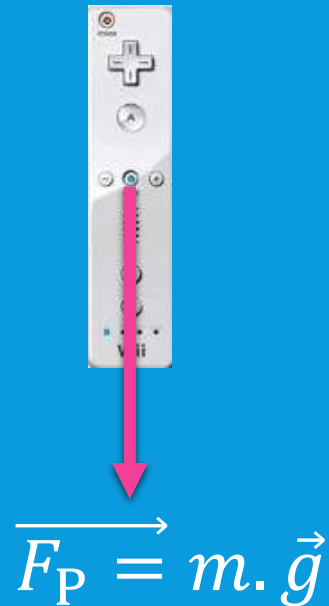
QCM

Vous décidez de jouer à Mario kart sur la wii, vous avez perdu votre partie et vous décidez de jeter votre manette d'une **masse $m = 30\text{g}$** par la fenêtre d'une **hauteur $h = 20\text{mètres}$** à une **vitesse v_0 nulle**.

On ne prend pas en compte les forces de frottements et la poussée d'Archimède. L'axe z est dirigé vers le haut.
Donnée : $g = 10\text{m.s}^{-2}$



QCM



2^{ème} loi de Newton : $m \cdot \vec{a} = m \cdot \vec{g}$

$$\Leftrightarrow m \cdot a = -mg$$

$$\Leftrightarrow a = \frac{dv}{dt} = -g$$

$$v_z(t) = -gt + v_0$$

$$Z(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + v_0(t) + h$$



QCM

$$Z(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + v_0(t) + h$$

$$Z(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + h = 0$$

$$Z(t) = h = \frac{1}{2}gt^2$$

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 20}{10}} = 2 \text{ sec}$$



QCM



Vous décidez de jouer à Mario kart sur la wii, vous avez perdu votre partie et vous décidez de jeter votre manette d'une masse $m = 30\text{g}$ par la fenêtre d'une hauteur $h = 20\text{mètres}$ à une vitesse v_0 nulle. On ne prend pas en compte les forces de frottements et la poussée d'Archimède. L'axe z est dirigé vers le haut.

Donnée : $g = 10\text{m.s}^{-2}$

- A. L'accélération « a » dépend de la masse
- B. Une manette de masse $m = 80\text{g}$ atteindra le sol plus rapidement
- C. La manette touchera le sol à $t=2\text{sec}$
- D. La manette touchera le sol à $t=1\text{sec}$

PAUSE



SOMMAIRE

1. MECANIQUE NEWTONNIENNE

- 1.1. Référentiel
- 1.2. Cinématique d'objets ponctuels
- 1.3. Dynamique de points matériels
- 1.4. Quelques exemples de forces
- 1.5 Quelques applications du PFD

2. DYNAMIQUE DE ROTATION

- **2.1. Produit vectoriel**
- **2.2. Moment d'une force**
- **2.3. Moment angulaire**
- **2.4 Moment d'inertie**
- **2.5 Rotation libre**
- **2.6. Exemple du patineur**
- **2.7 Mouvement de précession**

3. FORMALISME DU POTENTIEL

- 3.1. Travail
- 3.2. Energie potentielle
- 3.3. Potentiel électrique
- 3.4 Relation Force-Energie potentielle
- 3.5 Energie cinétique et énergie mécanique

4. ETUDE DU DIPOLE ELECTRIQUE

- 4.1. Définition
- 4.2. Dipôles dans la matière
- 4.3. Diélectriques et condensateurs

5. CONDUCTION ELECTRIQUE

- 5.1. Introduction
- 5.2. La loi d'Ohm
- 5.3. Résistance en série / parallèle

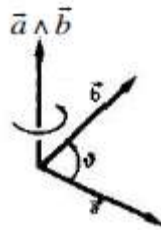
6. OSCILLATEURS

- 6.1. Introduction
- 6.2. Etude de l'oscillateur harmonique
- 6.3. Oscillateur harmonique et amort
- 6.4 Oscillateur amorti et entretenu

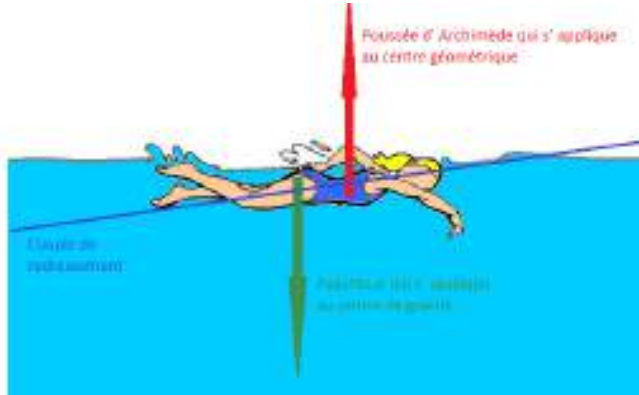
2.1 Produit vectoriel et moment d'une force

- 1-Mécanique Newtonienne
- 2- Dynamique de rotation
- 3. Formalisme du potentiel
- 4. Etude du dipôle électrique
- 5- Conduction électrique
- 6- Oscillateur

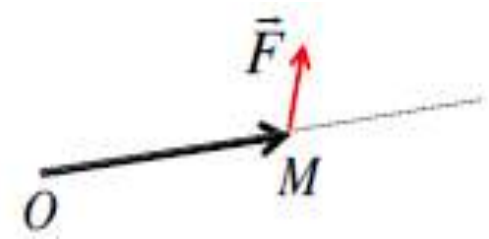
Produit vectoriel = produit de deux vecteurs dont la direction est perpendiculaire.



Moment des forces = décrit la façon dont la force F tend à faire tourner OM si O est fixé.



$$\vec{\Gamma} = \mathbf{OM} \wedge \vec{F}$$



2.2 Moment angulaire ou cinétique

Le moment cinétique a un rôle similaire à la quantité de mouvement.

ω = vitesse angulaire

I = moment d'inertie.

$$\vec{J} = I \vec{\omega}$$

Par le PFD on trouve :

$$\frac{d\vec{P}}{dt} = \vec{F}_{tot} \Rightarrow \frac{d\vec{J}}{dt} = \vec{\Gamma}_{tot}$$

- 1-Mécanique Newtonienne
- 2- Dynamique de rotation
- 3.Formalisme du potentiel
- 4.Etude du dipôle électrique
- 5-Conduction électrique
- 6-Oscillateur



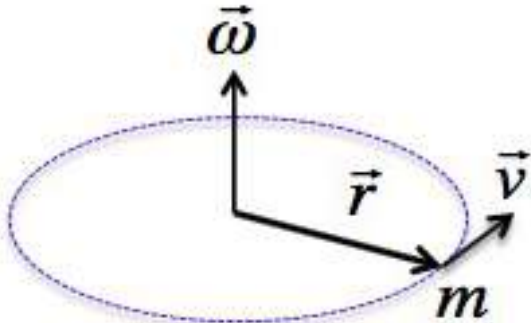
2.3 Moment d'inertie

- 1-Mécanique Newtonienne
- 2- Dynamique de rotation
- 3. Formalisme du potentiel
- 4. Etude du dipôle électrique
- 5- Conduction électrique
- 6- Oscillateur

- Il se note I .
- Il désigne la difficulté à faire tourner l'objet. Plus I est grand, plus il faut un grand moment de force pour faire tourner l'objet.

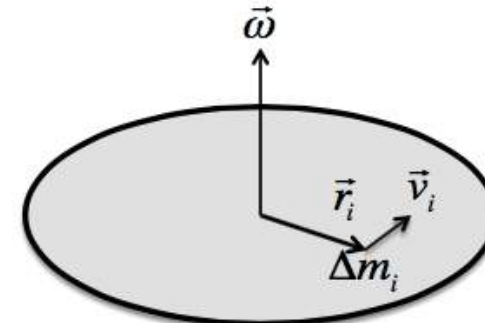
Masse ponctuelle / Roue creuse

$$I = mr^2$$



Roue Pleine

$$I = \frac{1}{2}mr^2$$



2.4 Rotation libre

Effet gyroscopique : un élément en rotation est plus stable qu'un objet au repos.

Lorsqu'un objet est en rotation libre, la somme des moments de force ext s'annule → J est donc constant

D'après la formule vue tout à l'heure : $\vec{J} = I \vec{\omega}$

Donc si l'un des paramètres change, l'autre varie en sens inverse.

Exemple d'un patineur :

Lorsqu'il tourne sur lui même, si un patineur met les bras le long de son corps, son rayon diminue, donc I diminue. J étant constant, sa vitesse angulaire va donc augmenter.

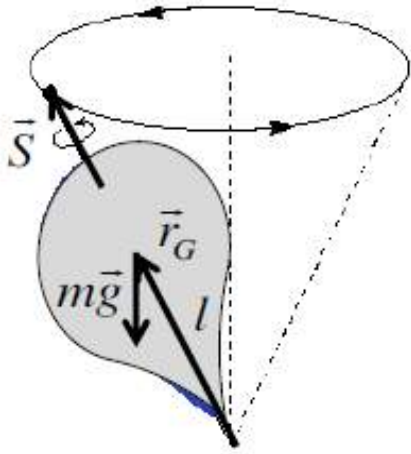
- 1-Mécanique Newtonienne
- 2- Dynamique de rotation
- 3.Formalisme du potentiel
- 4.Etude du dipôle électrique
- 5-Conduction électrique
- 6-Oscillateur



2.5 Mouvement de précession

- 1-Mécanique Newtonienne
- 2- Dynamique de rotation
- 3. Formalisme du potentiel
- 4. Etude du dipôle électrique
- 5- Conduction électrique
- 6- Oscillateur

Précession = modification de l'axe de rotation d'un corps



On voit que la toupie est en rotation sur elle même et par rapport à un axe vertical.



La vitesse de rotation autour de cet axe vertical est donnée par :

Où ω = vitesse de rotation de l'objet (sur lui même).
 I = moment d'inertie.
 Ω = vitesse de précession.

$$\Omega = \frac{mgl}{I\omega}$$

QCM TIME - SOCRATIVE



QCM



Après avoir racheté une manette, vous reprenez votre partie de Mario Kart. Alors que vous êtes premier, vous roulez sur une peau de banane. La masse du kart est de 150kg, et son diamètre est de 2m. On assimile le kart à une roue pleine. On note que le moment angulaire est de $300 \text{ kg.m}^2.\text{s}^{-1}$

- A. Le moment d'inertie est $I = 300 \text{ kg.m}^2$
- B. Le moment d'inertie est $I = 75 \text{ kg.m}^2$
- C. La vitesse angulaire est $\omega = 4 \text{ rad.s}^{-1}$
- D. La vitesse angulaire est $\omega = 1 \text{ rad.s}^{-1}$

QCM



Après avoir racheté une manette, vous reprenez votre partie de Mario Kart. Alors que vous êtes premier, vous roulez sur une peau de banane. La **masse du kart est de 150kg**, et son **diamètre est de 2m**. On assimile le kart à une **roue pleine**. On note que le **moment angulaire est de $300 \text{ kg.m}^2.\text{s}^{-1}$**



QCM



$$I = \frac{1}{2} m r^2$$

$$I = \frac{1}{2} \times 150 \times \left(\frac{2}{2}\right)^2$$

$$I = 75 \text{ kg.m}^2$$

$$J = I \omega$$

$$\omega = \frac{J}{I}$$

$$\omega = \frac{300}{75}$$

$$\omega = 4 \text{ rad.s}^{-1}$$

ATTENTION : Il ne faut pas confondre diamètre et rayon!

QCM



Après avoir racheté une manette, vous reprenez votre partie de Mario Kart. Alors que vous êtes premier, vous roulez sur une peau de banane. La masse du kart est de 150kg, et son diamètre est de 2m. On assimile le kart à une roue pleine. On note que le moment angulaire est de $300 \text{ kg.m}^2.\text{s}^{-1}$

- A. Le moment d'inertie est $I = 300 \text{ kg.m}^2$
- B. Le moment d'inertie est $I = 75 \text{ kg.m}^2$**
- C. La vitesse angulaire est $\omega = 4 \text{ rad.s}^{-1}$**
- D. La vitesse angulaire est $\omega = 1 \text{ rad.s}^{-1}$

SOMMAIRE

1. MECANIQUE NEWTONNIENNE

- 1.1. Référentiel
- 1.2. Cinématique d'objets ponctuels
- 1.3. Dynamique de points matériels
- 1.4. Quelques exemples de forces
- 1.5 Quelques applications du PFD

2. DYNAMIQUE DE ROTATION

- 2.1. Produit vectoriel
- 2.2. Moment d'une force
- 2.3. Moment angulaire
- 2.4 Moment d'inertie
- 2.5 Rotation libre
- 2.6. Exemple du patineur
- 2.7 Mouvement de précession

3. FORMALISME DU POTENTIEL

- 3.1. Travail
- 3.2. Energie potentielle
- 3.3. Potentiel électrique
- 3.4 Relation Force-Energie potentielle
- 3.5 Energie cinétique et énergie mécanique

4. ETUDE DU DIPOLE ELECTRIQUE

- 4.1. Définition
- 4.2. Dipôles dans la matière
- 4.3. Diélectriques et condensateurs

5. CONDUCTION ELECTRIQUE

- 5.1. Introduction
- 5.2. La loi d'Ohm
- 5.3. Résistance en série / parallèle

6. OSCILLATEURS

- 6.1. Introduction
- 6.2. Etude de l'oscillateur harmonique
- 6.3. Oscillateur harmonique et amort
- 6.4 Oscillateur amorti et entretenu

3.1 Travail d'une force

- 1-Mécanique Newtonienne
- 2-Dynamique de rotation
- 3- Formalisme du potentiel
- 4-Etude du dipôle électrique
- 5-Conduction électrique
- 6-Oscillateur

Travail : énergie fournie pour déplacer un objet de A à B.

$$W_{AB} = \int_{x_A}^{x_B} F_x(x) dx$$

composante « x » de la force

déplacement élémentaire

Travail *moteur* si: $W_{AB} > 0$

Travail *résistant* si: $W_{AB} < 0$

Une force est dite conservative si la force ne dépend que des points A et B et pas du trajet entre les deux.



3.2 Energie potentielle

- 1-Mécanique Newtonienne
- 2-Dynamique de rotation
- 3- Formalisme du potentiel
- 4-Etude du dipôle électrique
- 5-Conduction électrique
- 6-Oscillateur

Théorème de l'énergie potentielle :

$$U_F(B) - U_F(A) = W_{BA}$$

➔ La variation d'énergie potentielle entre deux points est définie comme le travail pour aller d'un point à l'autre.

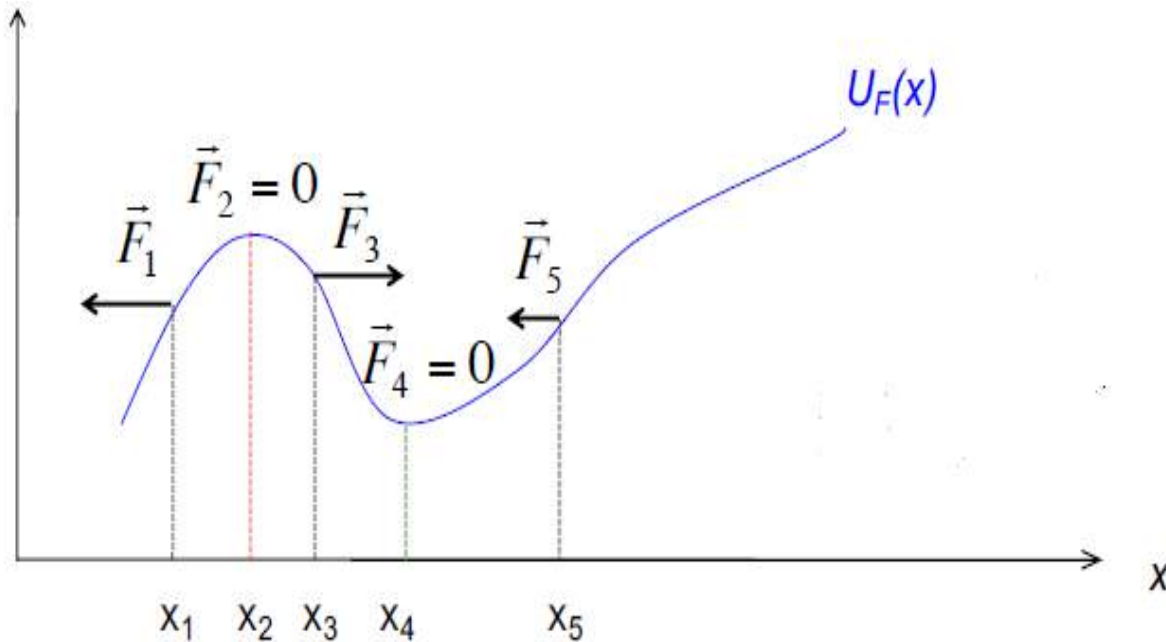
Attention, ce théorème prend en compte les forces conservatives uniquement!

3.2 Relation Force – Energie potentielle

- 1-Mécanique Newtonienne
- 2-Dynamique de rotation
- 3- Formalisme du potentiel
- 4-Etude du dipôle électrique
- 5-Conduction électrique
- 6-Oscillateur

La force est la dérivée de l'énergie potentielle!

$$F_x = -\frac{dU_F}{dx}$$



Maximum de la pente x_2 : Point d'équilibre maximal instable

Minimum de la pente x_4 : Point d'équilibre minimal stable

3.2 Energies cinétique et mécanique

- 1-Mécanique Newtonienne
- 2-Dynamique de rotation
- 3- Formalisme du potentiel
- 4-Etude du dipôle électrique
- 5-Conduction électrique
- 6-Oscillateur

L'énergie cinétique d'une particule de masse m est définie comme :

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

Il existe un **théorème de l'énergie cinétique** qui contrairement à celui de l'énergie potentielle prend en compte les forces conservatives ou non :

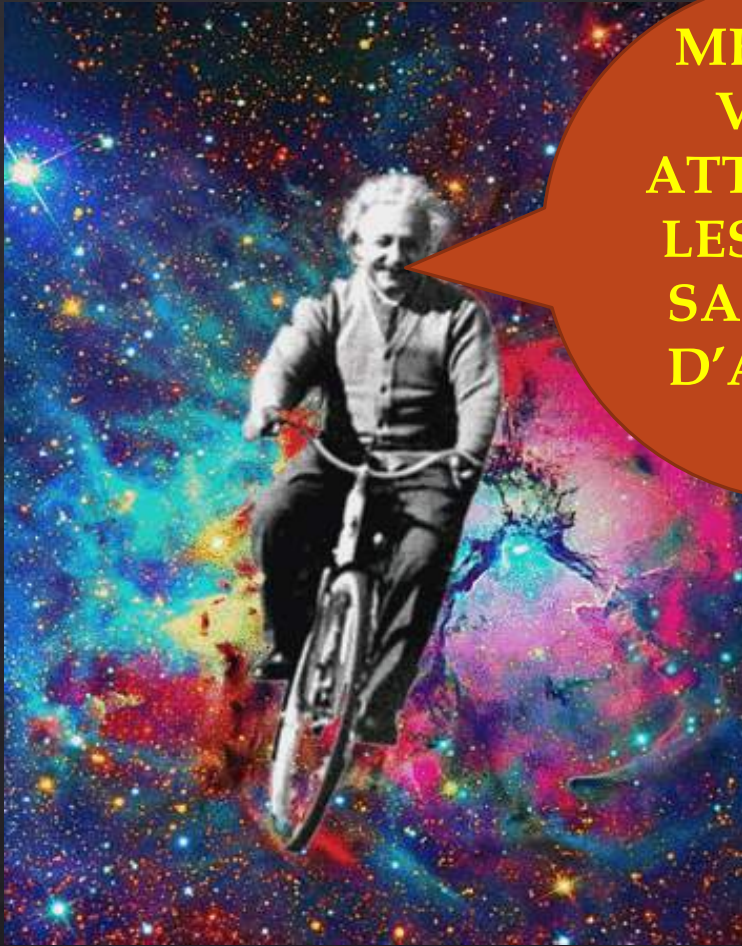
$$E_c(B) - E_c(A) = W_{AB}^{(ext)}$$

L'énergie mécanique est la somme des énergies potentielle et cinétique dans un système.

Lorsque les forces extérieures sont conservatives, **l'énergie mécanique se conserve!**

La somme suivante est donc constante :

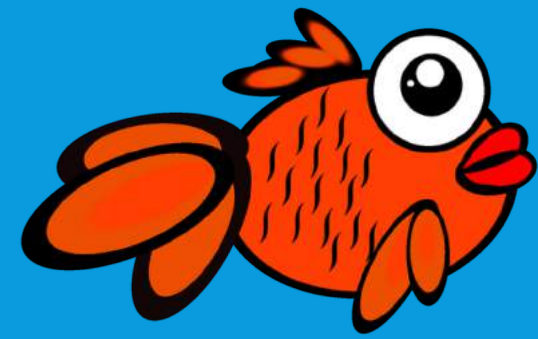
$$E^{(méca)} = \frac{1}{2} m v^2 + U(x)$$



MERCI DE
VOTRE
ATTENTION
LES PETITS
SAUMONS
D'ALASKA



END



PHYSIQUE GÉNÉRALE (2)

Pr Sepulchre





SOMMAIRE

1. MECANIQUE NEWTONNIENNE

- 1.1. Référentiel
- 1.2. Cinématique d'objets ponctuels
- 1.3. Dynamique de points matériels
- 1.4. Quelques exemples de forces
- 1.5 Quelques applications du PFD

2. DYNAMIQUE DE ROTATION

- 2.1. Produit vectoriel
- 2.2. Moment d'une force
- 2.3. Moment angulaire
- 2.4 Moment d'inertie
- 2.5 Rotation libre
- 2.6. Exemple du patineur
- 2.7 Mouvement de précession

3. FORMALISME DU POTENTIEL

- 3.1. Travail
- 3.2. Energie potentielle
- 3.3. Potentiel électrique
- 3.4 Relation Force-Energie potentielle
- 3.5 Energie cinétique et énergie mécanique

4. ETUDE DU DIPOLE ELECTRIQUE

- **4.1. Définition**
- **4.2. Dipôles dans la matière**
- **4.3. Diélectriques et condensateurs**

5. CONDUCTION ELECTRIQUE

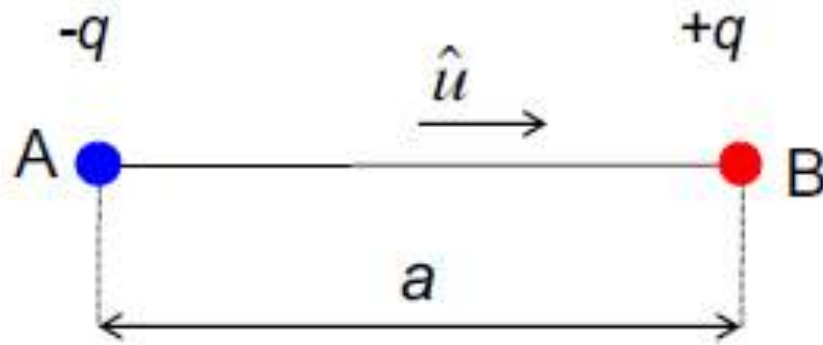
- 5.1. Introduction
- 5.2. La loi d'Ohm
- 5.3. Résistance en série / parallèle

6. OSCILLATEURS

- 6.1. Introduction
- 6.2. Etude de l'oscillateur harmonique
- 6.3. Oscillateur harmonique et amort
- 6.4 Oscillateur amorti et entretenu

4.1 DEFINITION

Dipôle électrique = Distribution de **deux charges** $=q$ et $-q$ placées en deux points.



Moment dipolaire = Il s'agit d'un **vecteur** :

- Direction : aligné sur la droite joignant les 2 charges
- Sens : charge $-$ à $+$
- Norme : p

$$\vec{p} = aq \hat{u} \quad (q > 0)$$

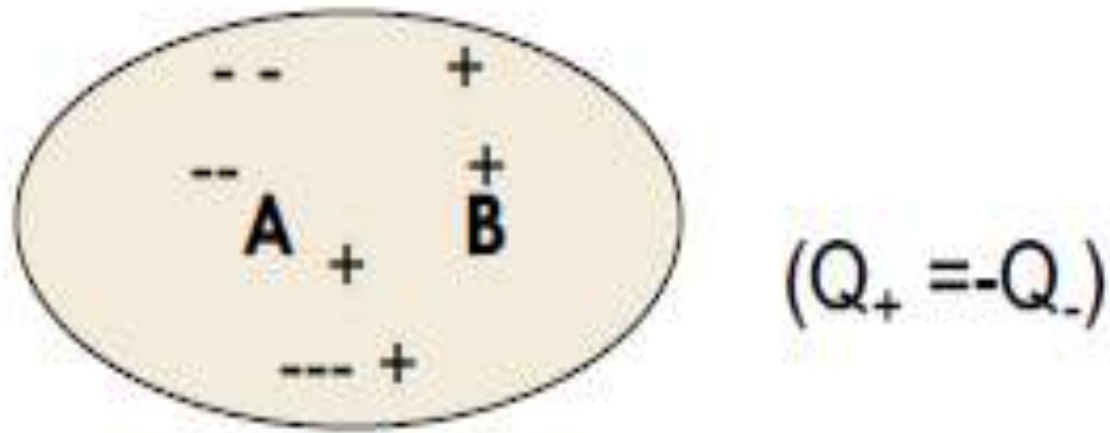
p en C.m

- 1-Mécanique Newtonienne
- 2- Dynamique de rotation
- 3.Formalisme du potentiel
- 4.Etude du dipôle électrique
- 5-Conduction électrique
- 6-Oscillateur



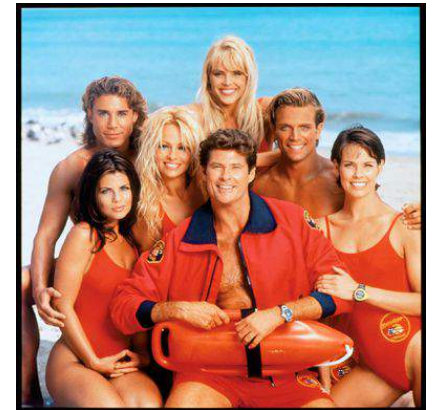
4.2 DIPOLE DANS LA MATIERE

- 1-Mécanique Newtonienne
- 2- Dynamique de rotation
- 3. Formalisme du potentiel
- 4. Etude du dipôle électrique
- 5- Conduction électrique
- 6- Oscillateur



=> Distribution de charges dipolaires

$$\mathbf{p} = Q_+ \mathbf{AB}$$



RAPPEL POLARITE

Molécules diatomiques

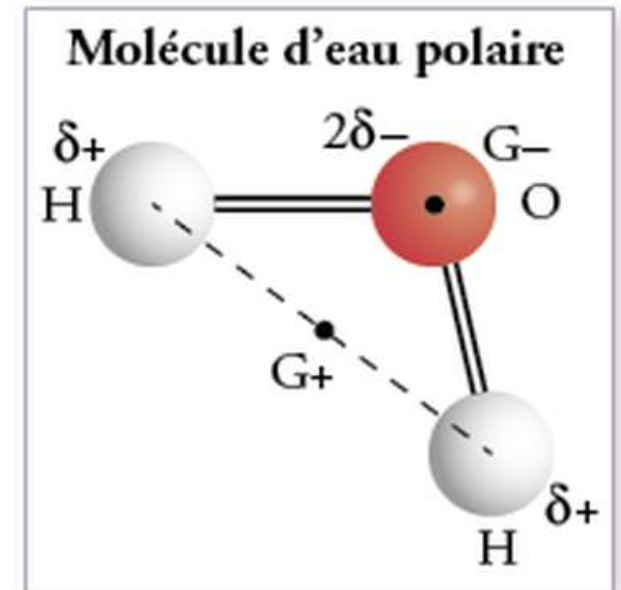
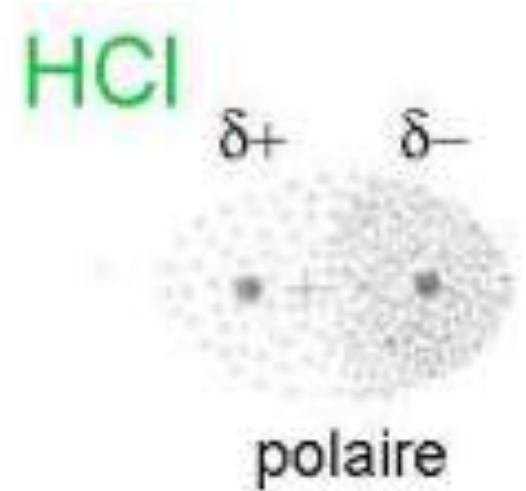
- Chlore > Hydrogène électronégativité
- Chlore : excédent de charge négative (noté δ^-)
- Hydrogène : excédent de charge positive (noté δ^+)

Moment dipolaire dirigé du δ^+ vers le δ^-

Molécules triatomiques

- Carbone > Hydrogène électronégativité

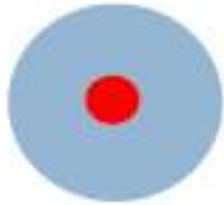
Moment dipolaire dirigé du δ^+ vers le δ^-



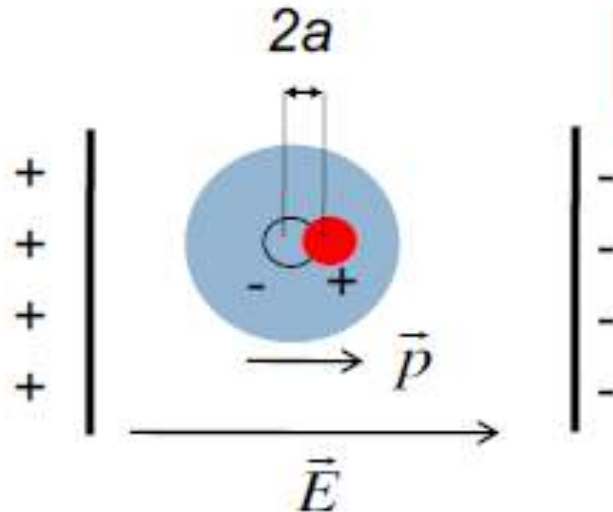
Moment dipolaire induit :

Atomes et molécules **non** polaires

- 1-Mécanique Newtonienne
- 2- Dynamique de rotation
3. Formalisme du potentiel
4. Etude du dipôle électrique
- 5- Conduction électrique
- 6- Oscillateur



Distribution de charges (ou « nuage électronique ») symétrique autour du noyau.



$$\vec{p} = \alpha \vec{E}$$

α : coefficient de polarisabilité



Moment dipolaire permanent:

Atomes et molécules **polaires**

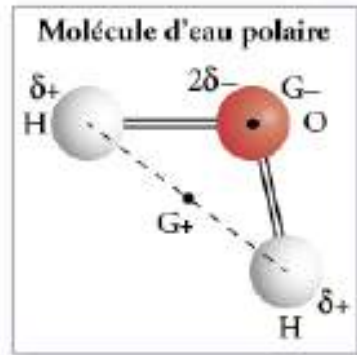
- Le barycentre des charges positives et négatives ne coïncident pas

1-Mécanique Newtonienne
2- Dynamique de rotation
3. Formalisme du potentiel
4. Etude du dipôle électrique
5- Conduction électrique
6- Oscillateur

HCl. le nuage électronique du *H* est légèrement déporté sur le *Cl*.

« Notation δ » : $\overset{\delta^+}{H} - \overset{\delta^-}{Cl}$ $p_{HCl} = 3.4 \cdot 10^{-30} \text{ C.m}$ ($\gg p_{Na}$ induit par 10^6 V)

H₂O. Cas très important en biologie. $p_{H_2O} = 6.2 \cdot 10^{-30} \text{ C.m}$



- Il existe un **moment dipolaire permanent**

$$\vec{p} = aq \hat{u} \quad (q > 0)$$

- En présence d'un champ E,

$$\vec{p} = \alpha \vec{E}$$

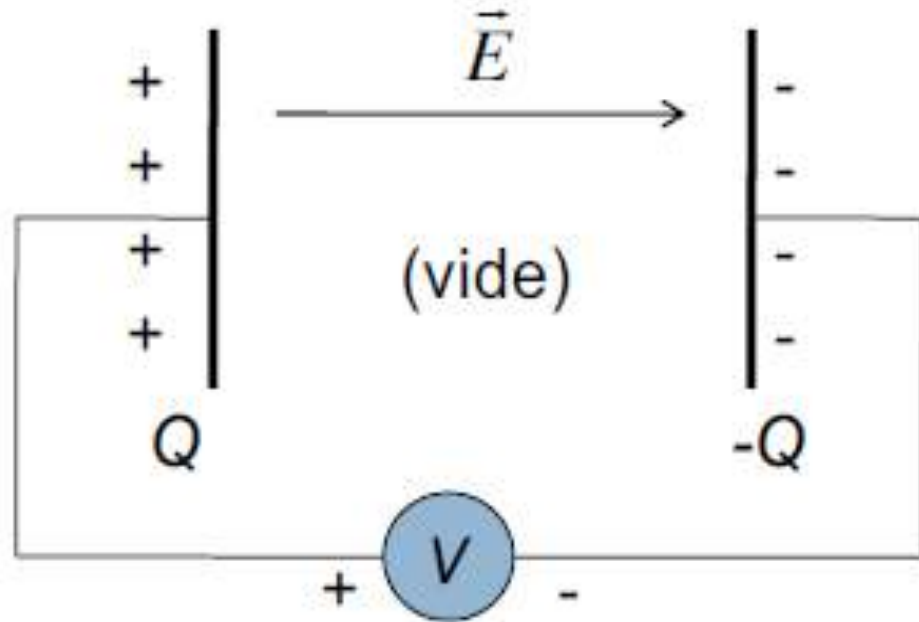
En présence d'un champ électrique, la polarisabilité est **+ forte** que celle des molécules non polaires

1-Mécanique Newtonienne
2- Dynamique de rotation
3.Formalisme du potentiel
4.Etude du dipôle électrique
5-Conduction électrique
6-Oscillateur



4.3 DIELECTRIQUE/CONDENSATEUR

Condensateur vide :



Symbole électrique:



- 1-Mécanique Newtonienne
- 2- Dynamique de rotation
- 3.Formalisme du potentiel
- 4.Etude du dipôle électrique
- 5-Conduction électrique
- 6-Oscillateur

$$Q = CV$$

C : capacité du condensateur

$$C = \frac{\epsilon_0 S}{d}, \quad \epsilon_0 = \frac{1}{4\pi k} = \frac{1}{36\pi 10^9} \text{ S.I.}$$

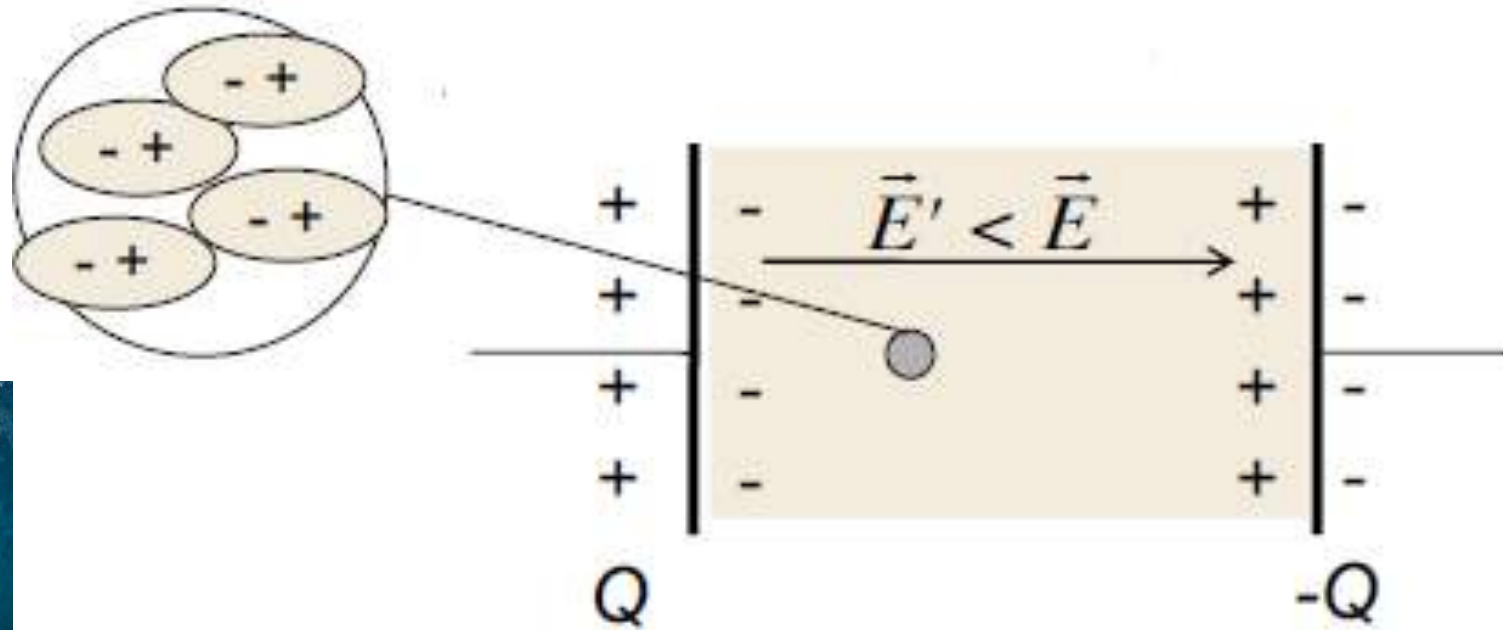
$$[C] = \text{F (farad) ou pF} = 10^{-12} \text{ F}$$

Condensateur rempli d'un diélectrique :

$$Q = CV = C'V'$$

$$E' < E \Rightarrow V' < V \Rightarrow C' > C$$

- 1-Mécanique Newtonienne
- 2- Dynamique de rotation
- 3. Formalisme du potentiel
- 4. Etude du dipôle électrique
- 5- Conduction électrique
- 6- Oscillateur



- On définit la constante diélectrique ou **permittivité relative** par :

$$\frac{C'}{C} = \epsilon_r \geq 1$$

- On définit la **permittivité** par :

$$\epsilon = \epsilon_0 \epsilon_r$$

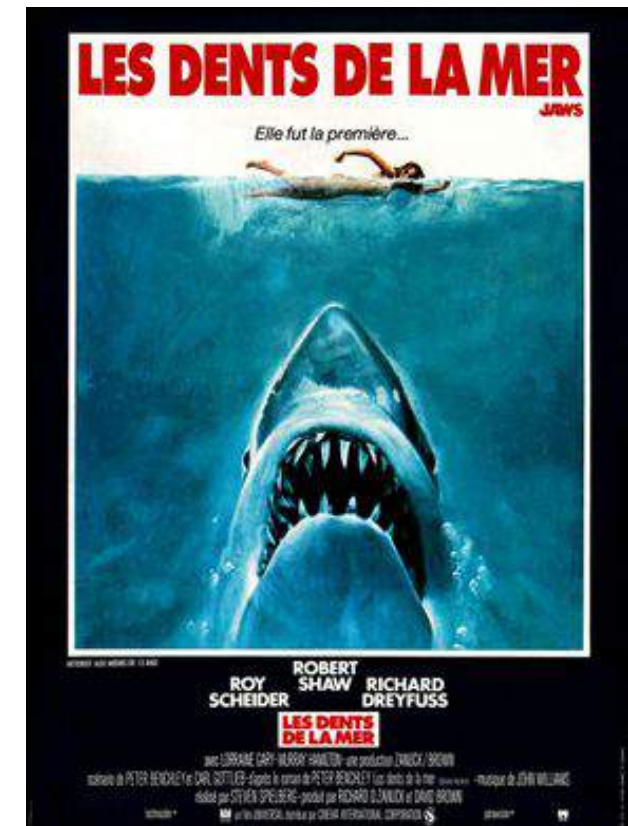
1-Mécanique Newtonienne
2- Dynamique de rotation
3.Formalisme du potentiel
4.Etude du dipôle électrique
5-Conduction électrique
6-Oscillateur



- Capacité d'un condensateur rempli de diélectrique :

$$C' = \epsilon_r C = \epsilon_r \epsilon_0 \frac{S}{d} = \epsilon \frac{S}{d}$$

- 1-Mécanique Newtonienne
- 2- Dynamique de rotation
- 3.Formalisme du potentiel
- 4.Etude du dipôle électrique
- 5-Conduction électrique
- 6-Oscillateur



SOMMAIRE

1. MECANIQUE NEWTONNIENNE

- 1.1. Référentiel
- 1.2. Cinématique d'objets ponctuels
- 1.3. Dynamique de points matériels
- 1.4. Quelques exemples de forces
- 1.5 Quelques applications du PFD

2. DYNAMIQUE DE ROTATION

- 2.1. Produit vectoriel
- 2.2. Moment d'une force
- 2.3. Moment angulaire
- 2.4 Moment d'inertie
- 2.5 Rotation libre
- 2.6. Exemple du patineur
- 2.7 Mouvement de précession

3. FORMALISME DU POTENTIEL

- 3.1. Travail
- 3.2. Energie potentielle
- 3.3. Potentiel électrique
- 3.4 Relation Force-Energie potentielle
- 3.5 Energie cinétique et énergie mécanique

4. ETUDE DU DIPOLE ELECTRIQUE

- 4.1. Définition
- 4.2. Dipôles dans la matière
- 4.3. Diélectriques et condensateurs

5. CONDUCTION ELECTRIQUE

- **51. Introduction**
- **5.2. La loi d'Ohm**
- **5.3. Résistance en série / parallèle**

6. OSCILLATEURS

- 6.1. Introduction
- 6.2. Etude de l'oscillateur harmonique
- 6.3. Oscillateur harmonique et amort
- 6.4 Oscillateur amorti et entretenu

5.1 INTRODUCTION

1-Mécanique Newtonienne
2- Dynamique de rotation
3. Formalisme du potentiel
4. Etude du dipôle électrique
5- Conduction électrique
6- Oscillateur

- **Les isolants :**
 - > pas de charges libres
 - > mais sujets au phénomène de polarisation
(=diélectriques)
- **Les conducteurs :**
 - > charges libres
 - > courant électrique
- **Semi-conducteurs :**
 - > intermédiaires entre les isolants et les conducteurs.



5.2 LOI D'OHM

Décrit le phénomène général du **déplacement des charges** dans un **élément conducteur** sous l'effet d'une **différence de potentiel électrique**

- 1-Mécanique Newtonienne
- 2- Dynamique de rotation
- 3.Formalisme du potentiel
- 4.Etude du dipôle électrique
- 5-Conduction électrique
- 6-Oscillateur

Intensité I :

Soit $U_A - U_B > 0$

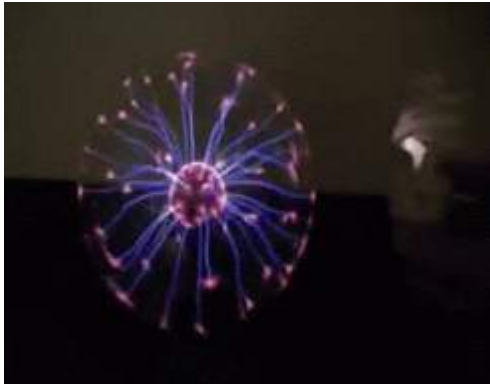
$$I = \frac{U_A - U_B}{R_{AB}}$$

Intensité en ampère
Différence de potentiel en volt
R en ohm Ω

Résistance

- 1-Mécanique Newtonienne
- 2- Dynamique de rotation
- 3. Formalisme du potentiel
- 4. Etude du dipôle électrique
- 5- Conduction électrique
- 6- Oscillateur

$$R = \frac{L}{S} \rho$$



Résistance : en ohm Ω

Longueur en mètre

Section en mètre²

Résistivité (rho) en ohm.mètre

Puissance

- 1-Mécanique Newtonienne
- 2- Dynamique de rotation
- 3. Formalisme du potentiel
- 4. Etude du dipôle électrique
- 5- Conduction électrique
- 6- Oscillateur

$$P = (U_A - U_B)I = R_{AB}I^2 = \frac{(U_A - U_B)^2}{R_{AB}}$$

5.3 RESISTANCE SERIE/PARALLELE

- Résistance équivalente de deux résistances en série :

$$R_{eq} = R_1 + R_2$$

- Résistance équivalente de deux résistances en parallèle :

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

1-Mécanique Newtonienne
2- Dynamique de rotation
3.Formalisme du potentiel
4.Etude du dipôle électrique
5-Conduction électrique
6-Oscillateur



QCM TIME - SOCRATIVE



QCM

À propos des généralités en électricité

- A. Un isolant possèdent des charges libres, il laisse donc passer le courant
- B. L'unité de la résistance est l'ohm.mètre
- C. Si la section est multipliée par 16, la résistance est multipliée par 16
- D. La capacité d'un condensateur augmente en ajoutant un diélectrique



QCM

À propos des généralités en électricité

- A. Un isolant possèdent des charges libres, il laisse donc passer le courant
- B. L'unité de la résistance est l'ohm.mètre
- C. Si la section est multipliée par 16, la résistance est multipliée par 16
- D. La capacité d'un condensateur augmente en ajoutant un diélectrique

REPONSE D

OSCILLATEURS



SOMMAIRE

1. MECANIQUE NEWTONNIENNE

- 1.1. Référentiel
- 1.2. Cinématique d'objets ponctuels
- 1.3. Dynamique de points matériels
- 1.4. Quelques exemples de forces
- 1.5 Quelques applications du PFD

2. DYNAMIQUE DE ROTATION

- 2.1. Produit vectoriel
- 2.2. Moment d'une force
- 2.3. Moment angulaire
- 2.4 Moment d'inertie
- 2.5 Rotation libre
- 2.6. Exemple du patineur
- 2.7 Mouvement de précession

3. FORMALISME DU POTENTIEL

- 3.1. Travail
- 3.2. Energie potentielle
- 3.3. Potentiel électrique
- 3.4 Relation Force-Energie potentielle
- 3.5 Energie cinétique et énergie mécanique

4. ETUDE DU DIPOLE ELECTRIQUE

- 4.1. Définition
- 4.2. Dipôles dans la matière
- 4.3. Diélectriques et condensateurs

5. CONDUCTION ELECTRIQUE

- 5.1. Introduction
- 5.2. La loi d'Ohm
- 5.3. Résistance en série / parallèle

6. OSCILLATEURS

- 6.1. Introduction
- 6.2. Etude de l'oscillateur harmonique
- 6.3. Oscillateur harmonique et amort
- 6.4 Oscillateur amorti et entretenu

6.1 Introduction

1-Mécanique Newtonienne
2-Dynamique de rotation
3- Formalisme du potentiel
4-Etude du dipôle électrique
5-Conduction électrique
6-Oscillateur

Oscillateur = Système physique :

- Qui possède une position d'équilibre
- Qui oscille périodiquement autour de cette position
- Dont les oscillations s'atténuent au cours du temps



6.2 Etude de l'oscillateur harmonique

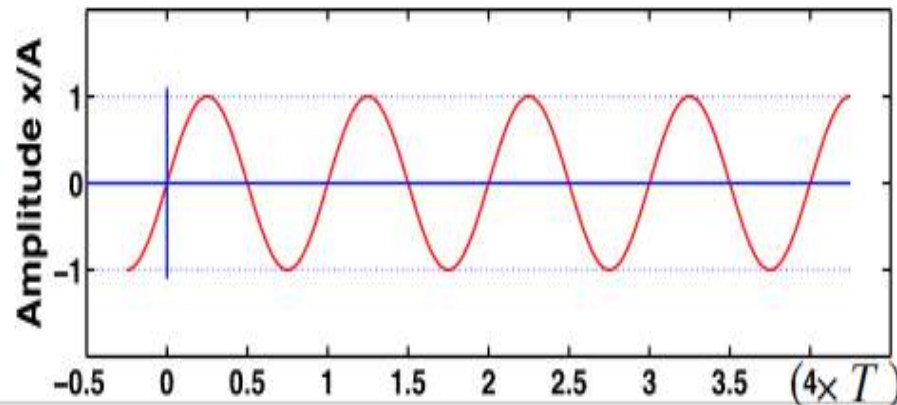
- 1-Mécanique Newtonienne
- 2-Dynamique de rotation
- 3- Formalisme du potentiel
- 4-Etude du dipôle électrique
- 5-Conduction électrique
- 6-Oscillateur

Equation du mouvement :

$$\frac{d^2 x}{dt^2} = -\omega_0^2 x$$

$\omega_0 = \text{pulsation propre}$

$$x(t) = A \sin(\omega_0 t)$$



L'oscillateur possède une période propre à ses oscillations :

$$T = \frac{2\pi}{\omega_0}$$

6.3 Oscillateur harmonique amorti

- 1-Mécanique Newtonienne
- 2-Dynamique de rotation
- 3- Formalisme du potentiel
- 4-Etude du dipôle électrique
- 5-Conduction électrique
- 6-Oscillateur

L'oscillateur est soumis à des frottements.

L'équation du mouvement devient :

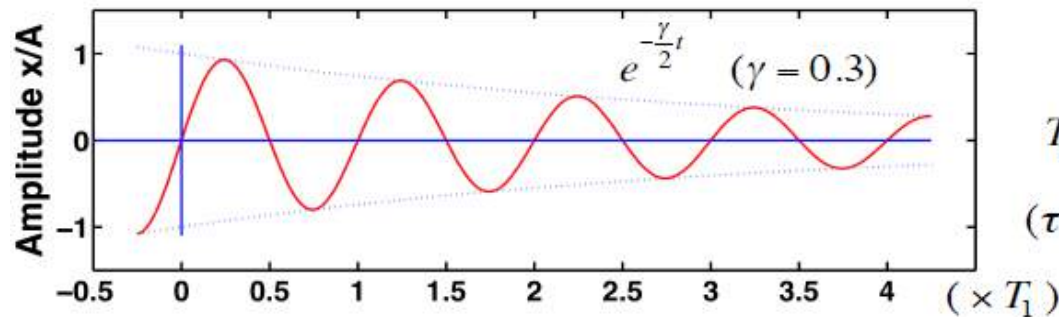
$$\frac{d^2 x}{dt^2} = -\gamma \frac{dx}{dt} - \omega_0^2 x,$$

Il existe maintenant un temps d'amortissement ainsi qu'une pseudo période.

Temps d'amortissement : $\tau = 2/\gamma$ (diminution d'un facteur e^{-1})

Pseudo période :

$$T_1 = 2\pi/\omega_1.$$



Il existe aussi un **facteur qualité**! Plus l'amortissement est faible, plus le facteur qualité est grand!

$$Q = \omega_0/\gamma$$

6.4 Oscillateur harmonique amorti

entretenu

- 1-Mécanique Newtonienne
- 2-Dynamique de rotation
- 3- Formalisme du potentiel
- 4-Etude du dipôle électrique
- 5-Conduction électrique
- 6-Oscillateur

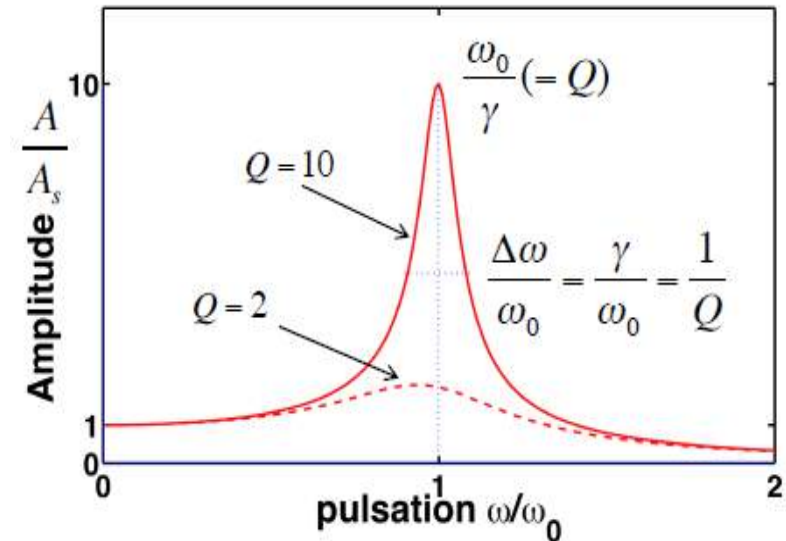
Lorsqu'un oscillateur est amorti, on peut le soumettre à un forçage périodique pour obtenir des oscillations périodiques :

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \gamma \frac{dx}{dt} + \omega_0^2 x = \frac{F}{m} \sin(\omega t)$$

Il existe alors un **régime entretenu** avec des oscillations de fréquence identique à celle du forçage périodique :

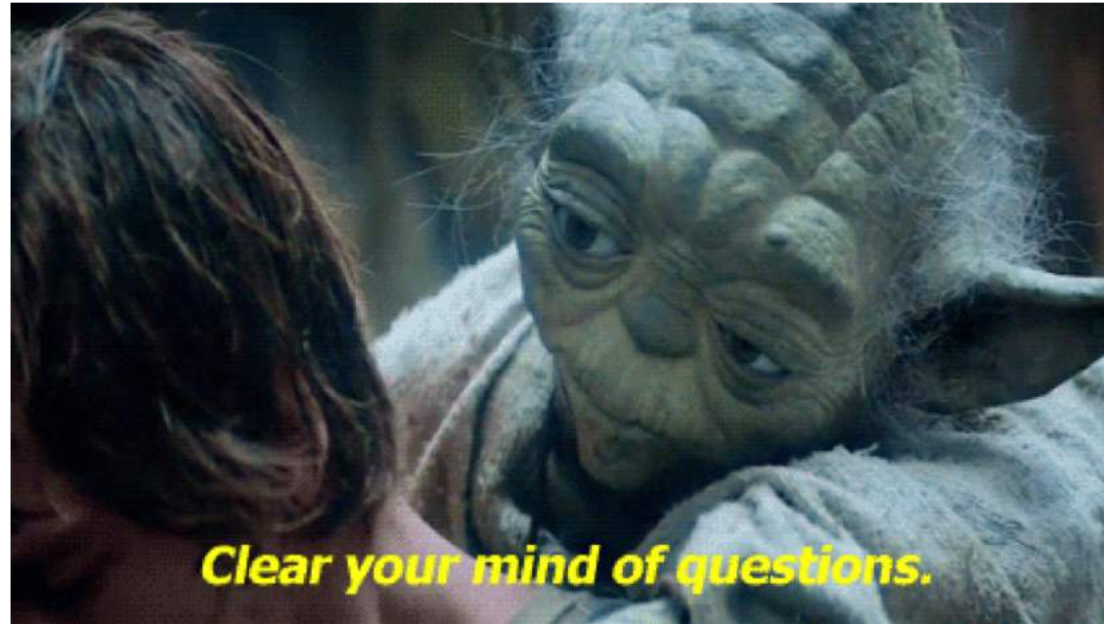
$$x(t) = A \sin(\omega t + \varphi)$$

Cependant, ici A et φ ne sont pas arbitraires, mais des **fonctions de ω** .



Lorsque $Q \gg 1$ a lieu le phénomène de résonance où A devient maximale

QUESTION TIME !!



A man with white hair and a mustache is sitting on a wooden beach chair. He is wearing a white short-sleeved shirt and dark shorts. He is looking towards the camera. The background shows a tropical beach with a rocky cliff on the left, palm trees, and the ocean with waves. A blue speech bubble is positioned to the right of the man, containing yellow text.

**MERCI DE
VOTRE
ATTENTION
LES PETITS
SAUMONS DU
PEROU**