UE 3a

PHYSIQUE

- Épreuve répartie entre Biophysique et Physique

- 35 minutes

- 3 profs: Pr. Legrand, Pr. Sepulchre et Pr. Baillif

- 52 points pour la physique

- 10 QCMs de physique

Qu'est-ce qui vous attend cette année ?

1. La mécanique classique
2. Les ondes
3. L'optique géométrique
4. La physique quantique
5. L'optique lumineuse
6. L'optique médicale

BASES DE PHYSIQUE GÉNÉRALE

Tut'rentrée 2017-2018
Cours du Pr. Legrand

PLAN

1- Mécanique Newtonienne

2- Dynamique de rotation

3- Formalisme du potentiel

4- Étude du dipôle électrique

5- Conduction électrique

1- Mécanique Newtonienne

A. Définitions

• Un Référentiel

• Trajectoire

• Vecteur position $\overrightarrow{OM}$

• Vecteur vitesse $\vec{v}$

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

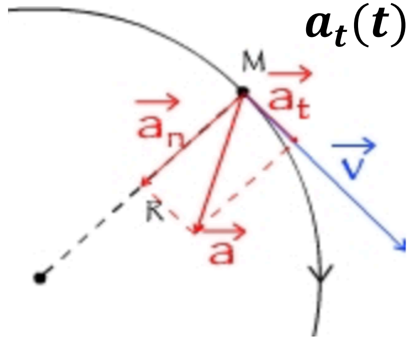
TOUJOURS TANGENT À LA TRAJECTOIRE

• Vecteur accélération $\vec{a}$

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

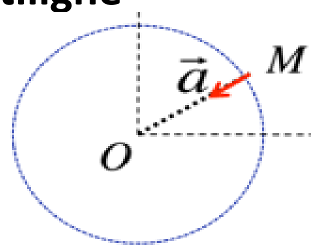
2 composantes: $\boldsymbol{a_n(t)}$**->** perpendiculaire à $\vec{v}$

$\boldsymbol{a_t(t)}$ -> tangente à $\vec{v}$



Si: $\boldsymbol{a_n(t) = 0}$ **-> mouvement rectiligne**

$\boldsymbol{a_t(t) = 0}$ **-> mouvement circulaire uniforme**



Avec les calculs des coordonnées on trouve:

$\boxed{v = \omega r}$ $\Leftrightarrow \omega = \frac{v}{r}$ et $\boxed{a = \omega^2 r}$ $= \frac{v^2}{r}$

1- Mécanique Newtonienne

B. Lois de Newton

•Si la masse du système est constante alors $\overrightarrow{\boldsymbol{F_{tot}}} = \boldsymbol{m}.\vec{\boldsymbol{a}}$

•La quantité de mouvement est définie par $\vec{\boldsymbol{P}} = \boldsymbol{m}.\vec{\boldsymbol{v}}$

1ère loi ou Principe d'inertie : $\frac{d\vec{P}}{dt} = \vec{0} \Leftrightarrow \vec{F}_{tot} = \vec{0}$

2e loi ou Principe fondamental de la dynamique (PFD) : $\frac{d\vec{P}}{dt} = \vec{F}_{tot}$

3e loi ou Principe d'action réaction : $\vec{F}_{a/b} = -\vec{F}_{b/a}$

1- Mécanique Newtonienne

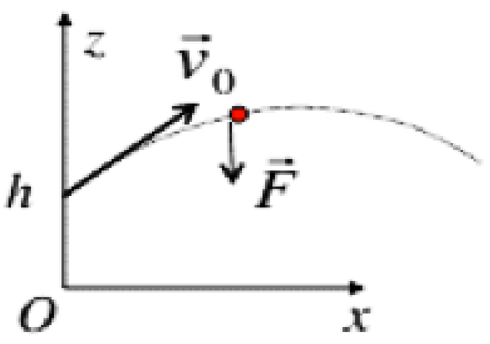
Application

•<u>Trajectoire d'une masse dans un champ de force constant</u>

$$\vec{F} = m\vec{a} \quad \Leftrightarrow \quad \vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$$

$$v_z(t) = v_{oz} - at$$

$$z(t) = h + v_{oz}t - \frac{at^2}{2}$$

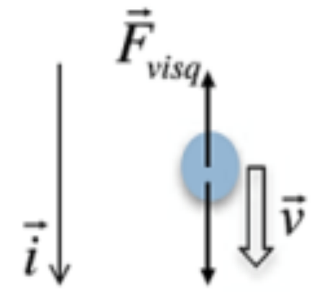


•<u>Vitesse limite d'une particule dans un fluide soumise à une force de frottement visqueux</u>

$$\vec{F}_{tot} = \vec{P} + \vec{F}_{visq}$$

$$m\vec{a} = m\vec{g} - \beta\vec{v}$$

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



1- Mécanique Newtonienne

C. Exemple de forces

•Force gravitationnelle

$$\boxed{\vec{F}_{a/b} = -G\frac{m_a . m_b}{r^2}\vec{r}}$$

•Force de pesanteur

$$\vec{F}_T = -G\frac{m_t . m}{(R_T + z)^2}\vec{k}$$

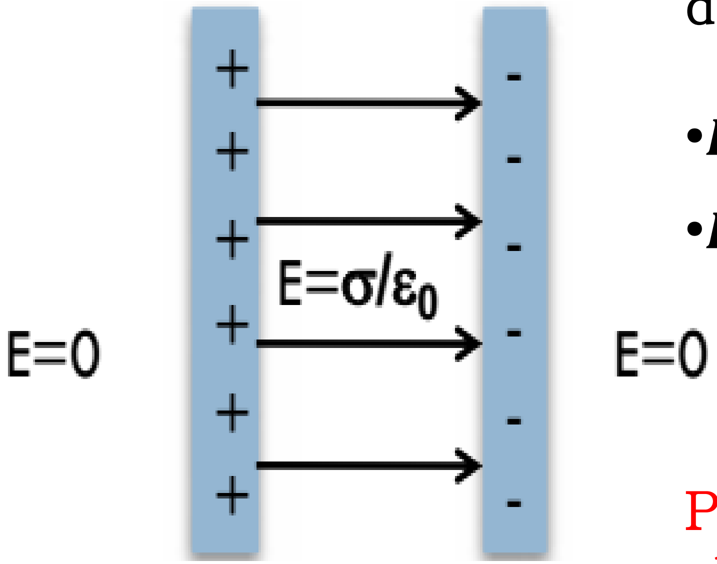
$$\boxed{\vec{F}_T = -mg\vec{k}}$$

$$g = G\frac{m_T}{R_T^2} = 9,81\ m.s^{-2}$$

•Force de Coulomb

$$\boxed{\vec{F}_{a/b} = k\frac{q_a . q_b}{r^2}\vec{r}}$$

Champ électrique créé par une distribution de charge:



La norme du champ électrique créée par une distribution de charge est donnée par

- $E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$ pour une plaque positive
- $E = -\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$ pour une plaque négative

Pour deux plans de densité opposée, le champ s'annule à l'extérieur et d'additionne à l'intérieur.

QCM

On considère deux plans parallèles de charges opposées et de densité de charges $\boldsymbol{\sigma}$*:*

A. Le champ électrique s'annule entre les deux plaques

B. Entre les deux plaques $\boldsymbol{E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}}$

C. Entre les deux plaques $\boldsymbol{E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}}$

D. Le champ électrique s'annule à l'extérieur des deux plaques

E. Toutes les réponses sont fausses

QCM

On considère deux plans parallèles de charges opposées et de densité de charges 2$\boldsymbol{\sigma}$ pour la charge + et $\boldsymbol{\sigma}$ pour la plaque - :

Entre les plaques: $\boldsymbol{E = \frac{3\sigma}{2\varepsilon_0}}$

En dehors des plaques $\boldsymbol{E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}}$

1- Mécanique Newtonienne

C. Exemple de forces

•Force de rappel d'un ressort

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

•Force de frottement sec dynamique

$$\vec{F}_s = -\mu_d \left\|\vec{R}\right\| sign(\vec{v})\ \vec{i}$$

•Force de frottement visqueux

$$\vec{F}_{visq} = -\beta\vec{v}$$

•Force de trainée

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

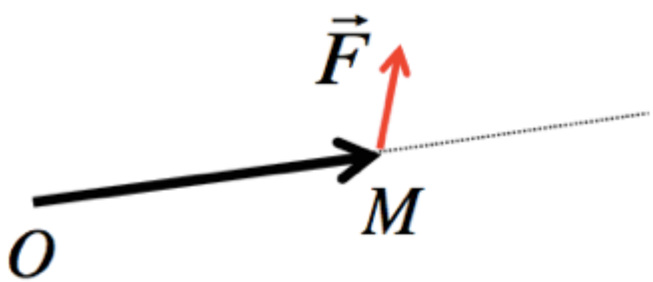
2- Dynamique de rotation

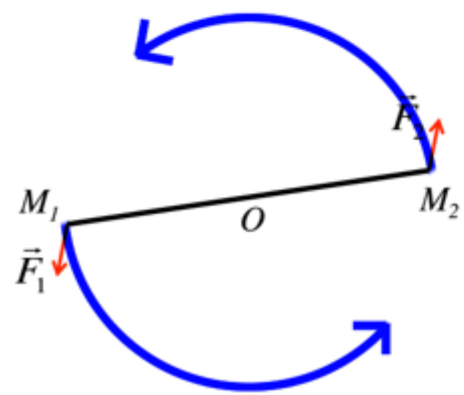
A. Moment d'une force

•Le moment:
Produit vectoriel entre la force et le rayon de rotation.

•Moment d'une force:
Il caractérise la façon dont la force tend à faire tourner OM avec O fixé.

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





2- Dynamique de rotation

B. Moment angulaire ou cinétique

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

•D'après le PFD on retrouve:

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

donc

$$\vec{\Gamma}_{tot} = \vec{0} \quad \Leftrightarrow \quad \frac{d\vec{J}}{dt} = \vec{0}$$

On est alors en présence d'une rotation libre

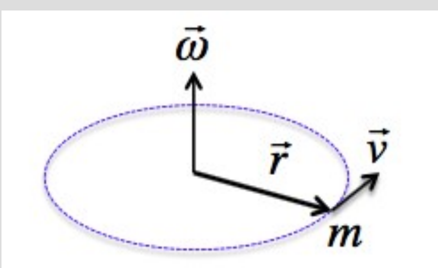
2- Dynamique de rotation

C. Moment d'inertie

- I détermine la difficulté à faire tourner l'objet.
- Plus I est grand plus il faudra un grand moment de force pour le faire tourner.

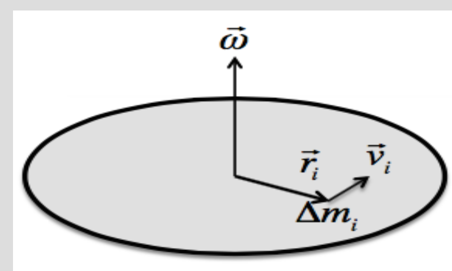
Roue creuse ou Masse ponctuelle

$$I = mr^2$$



Roue pleine

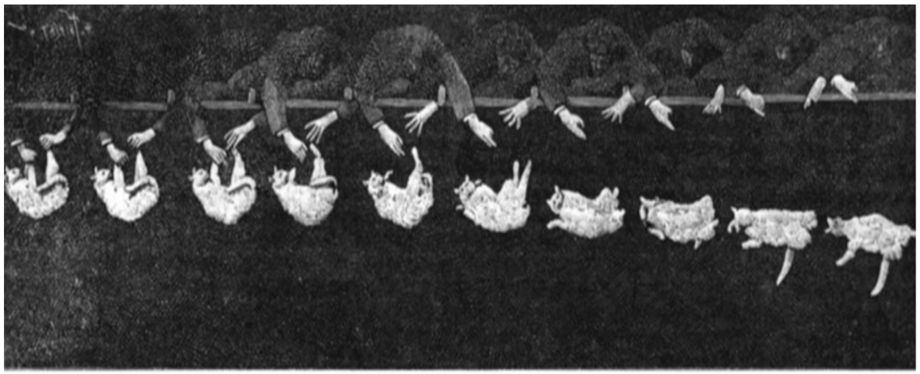
$$I = \frac{1}{2}mr^2$$

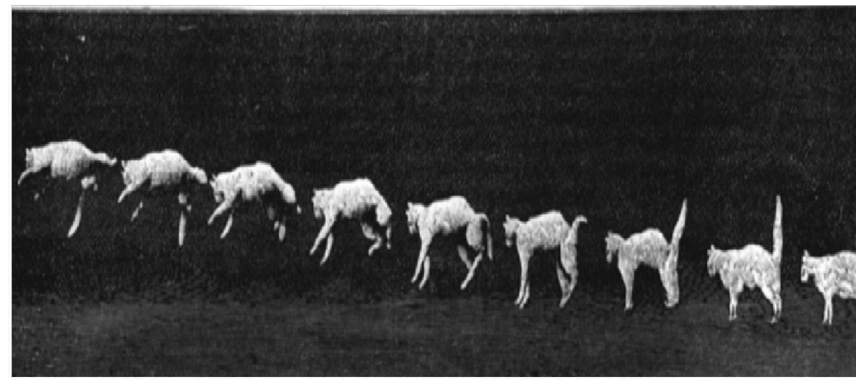


À rayons et masses identique il est plus **difficile** de faire tourner une roue creuse qu'une roue pleine.

2- Dynamique de rotation

D. Application





1	**●Il replie les pattes avant** **●Il allonge les pattes arrière**	r_{avant} **diminue** $r_{arrière}$ **augmente**	I_{avant} **diminue** $I_{arrière}$ **augmente**	ω_{avant} **augmente** $\omega_{arrière}$ **diminue**
2	●Il allonge les pattes avant ●Il replie les pattes arrière	r_{avant} augmente $r_{arrière}$ diminue	I_{avant} augmente $I_{arrière}$ diminue	ω_{avant} diminue $\omega_{arrière}$ augmente

2- Dynamique de rotation

E. Mouvement de précession

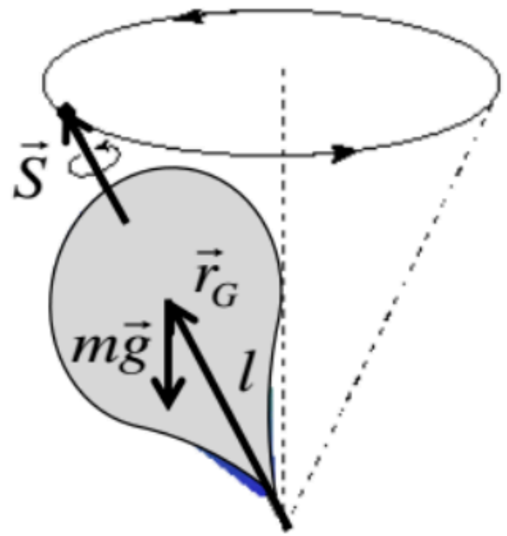
•Lorsqu'une toupie s'incline par rapport à la verticale elle subit un moment de force tel que :

$$\vec{\Gamma}_{tot} = \vec{\Omega} \wedge \vec{J}$$

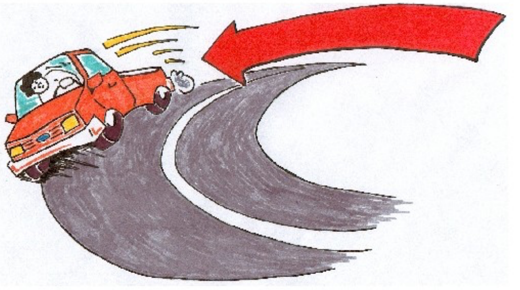
avec

$$\boxed{\vec{\Omega} = -\frac{m\vec{g}}{I\omega} l}$$

Vitesse angulaire de précession



QCM



Quand une voiture freine dans un virage

A. La force exercée sur le véhicule (par contact des pneus sur la route) est centrifuge

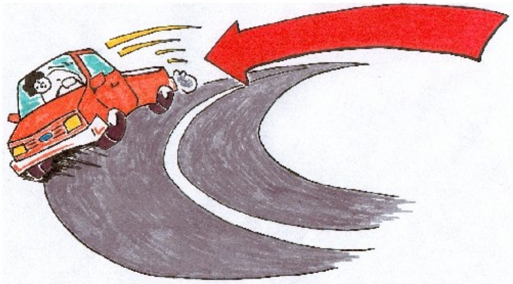
B. Son vecteur vitesse n'est plus tangent à la courbe décrite par le virage

C. Son vecteur accélération possède une composante tangentielle

D. Sa vitesse angulaire reste constante

E. Toutes les réponses sont fausses

CORRECTION



A. La force exercée sur le véhicule (par contact des pneus sur la route) est centrifuge

B. Son vecteur vitesse n'est plus tangent à la courbe décrite par le virage
FAUX, LE VECTEUR VITESSE EST TOUJOURS TANGENT À LA TRAJECTOIRE

C. Son vecteur accélération possède une composante tangentielle
Elle décrit la diminution de la vitesse

D. Sa vitesse angulaire reste constante

E. Toutes les réponses sont fausses

QCM

Concernant le vecteur accélération:

A. Il correspond à la dérivée du vecteur position par rapport au temps

B. Il est toujours tangent à la trajectoire

C. $\boldsymbol{a_n(t)}$ est nulle si le mouvement est rectiligne

D. $\boldsymbol{a_n(t)}$ est nulle si le mouvement est circulaire uniforme

E. Toutes les réponses sont fausses

CORRECTION

A. Il correspond à la dérivée du vecteur position par rapport au temps

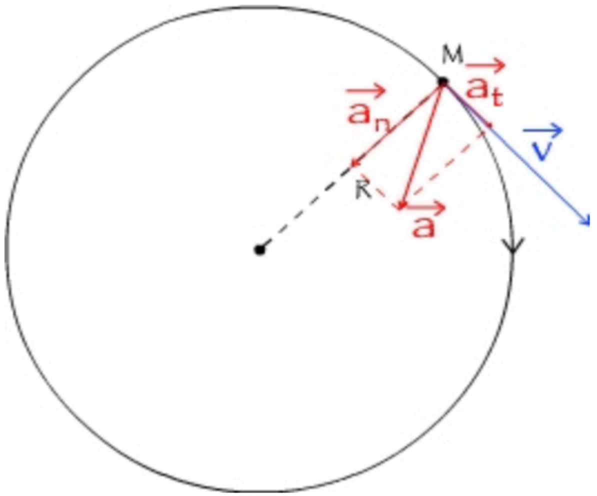
$$a = \frac{d\vec{v}(t)}{dt}$$

B. Il est toujours tangent à la trajectoire

C. $a_n(t)$ est nulle si le mouvement est rectiligne

D. $a_n(t)$ est nulle si le mouvement est circulaire uniforme

E. Toutes les réponses sont fausses



QCM

Soit une roue creuse et une roue pleine de masse identique $m = 6\ Kg$ *et de diamètre identique* $d = 6m$

A- Il est plus facile de faire tourner la roue creuse

B- Le moment d'inertie de la roue pleine est de $27\ Kg.m^2$

C- Le moment d'inertie de la roue creuse est de $27\ Kg.m^2$

D- Plus le moment d'inertie I de la roue est faible, plus c'est aisé de la mettre en rotation

E- Toutes les réponses sont fausses

CORRECTION

A- Il est plus facile de faire tourner la roue creuse

B- Le moment d'inertie de la roue pleine est de $27\ Kg.m^2$

C- Le moment d'inertie de la roue creuse est de $27\ Kg.m^2$

D- Plus le moment d'inertie I de la roue est faible, plus c'est facile de la mettre en rotation

E- Toutes les réponses sont fausses

C’est la pauuuuuuuse !

3– Formalisme du potentiel

A. Travail d'une force W

- C'est l'énergie fournie pour déplacer un objet d'un point A à un point B

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

Avec W en Joules

- Si W > 0 le travail est moteur
  Si W < 0 le travail est résistant

- Une force est **conservative** si W ne dépend que des points de départ et d'arrivé.

Force de pesanteur :

$$W_{AB} = \int_{x_A}^{x_B} (-mg)dx =$$

$$\boxed{mg(x_A - x_B)}$$

Force de rappel d'un ressort :

$$W_{AB} = \int_{x_A}^{x_B} (-kx)dx =$$

$$\boxed{\frac{k}{2}(x_A^2 - x_B^2)}$$

Force de Coulomb :

$$W_{AB} = \int_{x_A}^{x_B} k\frac{Qq}{x^2}dx =$$

$$\boxed{kQq(\frac{1}{x_A} - \frac{1}{x_B})}$$

3- Formalisme du potentiel

B. Energie potentielle U

•Si $\vec{F}$ est conservative alors U est défini à une constante près

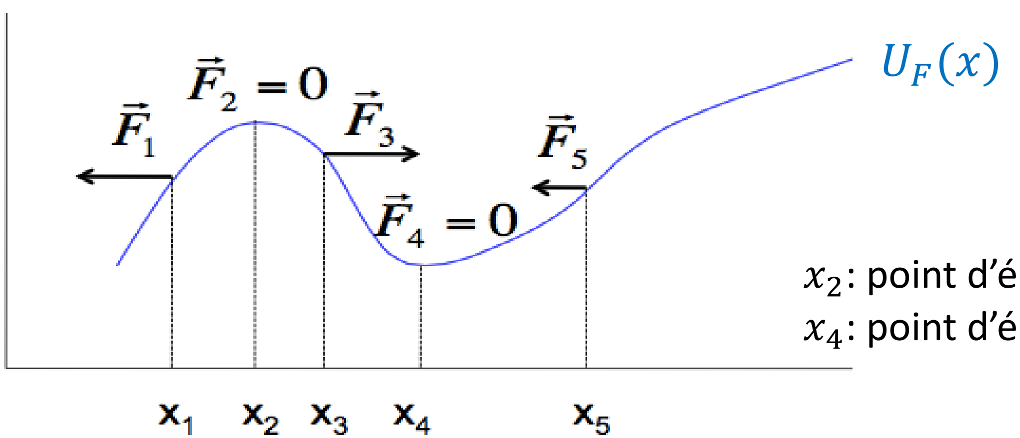
$$U_P(x) = W_x + constante$$

Ex: Force de rappel d'un ressort $U_R(x) = \frac{kx^2}{2} + constante$

•Pour deux points A et B séparés : $\boxed{U_p(B) - U_p(A) = W_{BA}}$

•Relation entre U et $\vec{F}$

$\vec{F}$ est l'opposé de la dérivée de U: $\boxed{F_x = -\frac{dU_x}{dx}}$



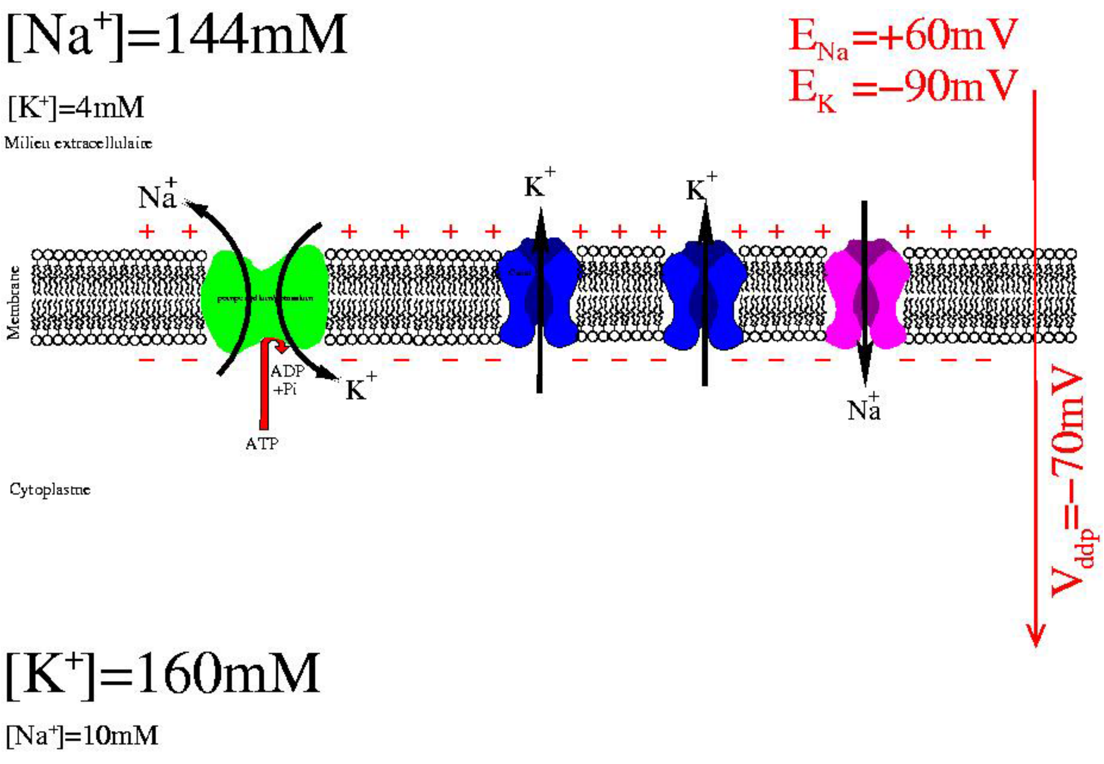
x_2: point d'équilibre instable -> U max

x_4: point d'équilibre stable -> U min

3- Formalisme du potentiel

C. Potentiel électrique V

$$\boldsymbol{V(B) - V(A) = W_{BA}}$$



3- Formalisme du potentiel

D. Energie cinétique E_c

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

•Théorème de l'énergie cinétique :

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

E. Energie mécanique $E^{méca}$

•Si les forces extérieures sont conservatives, $E^{méca}$ est conservée dans le temps

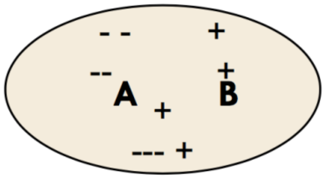
$$E^{méca} = \frac{1}{2}mv^2 + U(x)$$

4- Etude du dipôle électrique

Dipôle $\vec{p} = 2aq\vec{u}$ avec q>0

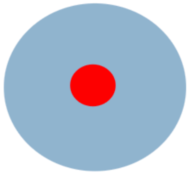
Barycentre : centre d'inertie.

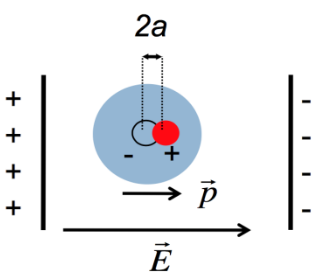
Moment dipolaire permanent : $p = Q_{+}\overrightarrow{AB}.$



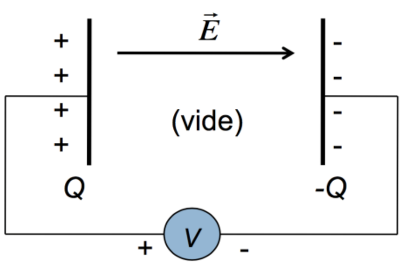
$(Q_{+} = -Q_{-})$

Moment dipolaire induit : $\vec{p} = \alpha\vec{E}$





Condensateur : But -> stocker de l'énergie



5- Conduction électrique

A. Loi d'Ohm

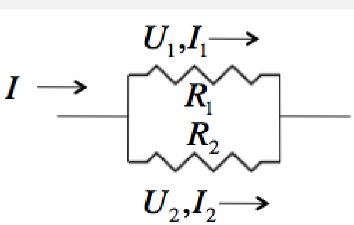
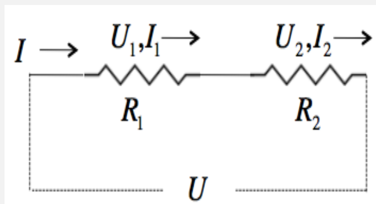
- **Les isolants**
- **Les conducteurs**

- **La loi d'Ohm:** elle décrit le phénomène de déplacement de charges sous l'effet d'une différence de potentiel dans un matériau conducteur.

$$\boxed{I = \frac{U}{R}} \Leftrightarrow U = RI$$

- Pour un fil conducteur la résistance s'exprime : $\boxed{R = \frac{L}{S}\rho}$

Il existe 2 types de résistances:

En parallèle		En série	
	$\frac{1}{R_{tot}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$		$R_{tot} = R_1 + R_2$

- La puissance électrique consommée est telle que : $\boxed{P = UI = RI^2}$

6- Oscillateurs

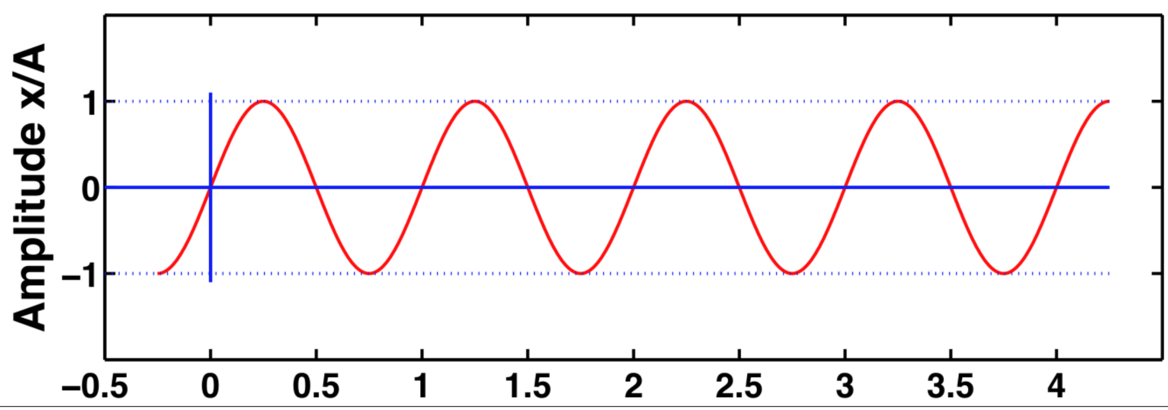
A. Oscillateurs harmoniques

•Equation du mouvement: $$\frac{d^2x}{dt^2} = -\omega_0^2 \mathbf{x}$$

•Ses variables effectuent des oscillations périodiques sinusoïdales dans le temps, de période :

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

ω_0 : la pulsation propre



6- Oscillateurs

B. Oscillateurs harmoniques amortis

•Equation du mouvement: $\frac{d^2x}{dt^2} = -\gamma\frac{dx}{dt} - \omega_0^2 x$

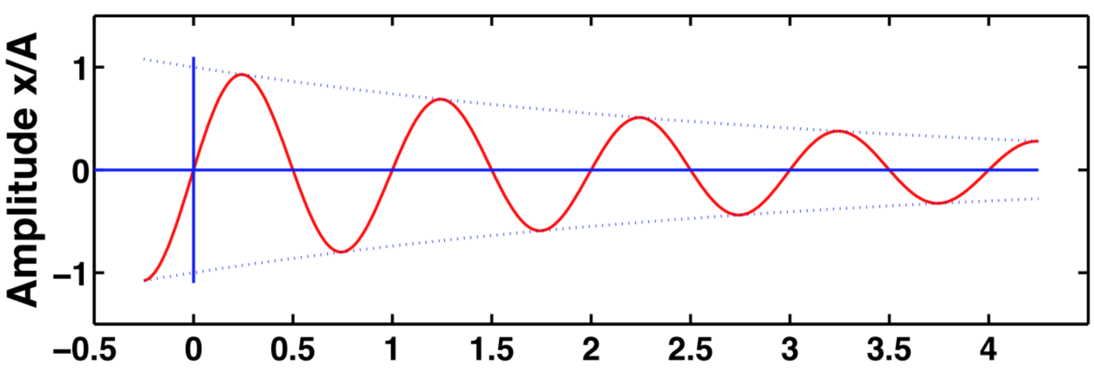
•Le temps d'amortissement : $\boxed{\tau = \frac{2}{\gamma}}$

•La pseudo-période : $\boxed{T_1 = \frac{2\pi}{\omega_1}}$

Tel que : $w_1^2 = w_0^2 - \left(\frac{\gamma^2}{2}\right) > 0$

•Le facteur de qualité : $\boxed{Q = \frac{\omega_0}{\gamma}}$

Si Q est grand l'amortissement est faible -> l'oscillateur est un **<u>résonateur</u>**.



QCM

À propos des concepts de travail, d'énergie cinétique et d'énergie potentielle:

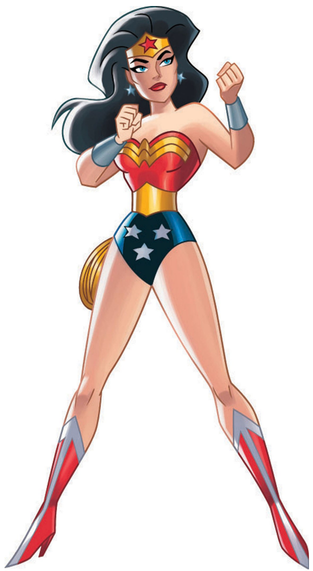
A. Le travail d'une force de frottement est toujours résistant

B. Par définition $\boldsymbol{E_c(B) - E_c(A)} =$ travail des forces extérieure agissant sur la particule lorsqu'elle se déplace de B à A.

C. Par définition $\overrightarrow{\mathbf{F}}$ correspond à la dérivée de l'énergie potentielle

D. Les maximums et minimums d'énergie potentielle correspondent à des points d'équilibre stables

E. Toutes les réponses sont fausses



CORRECTION

A. Le travail d'une force de frottement est toujours résistant

B. Par définition $\boldsymbol{E_c(B) - E_c(A)}$ = travail des forces extérieure agissant sur la particule lorsqu'elle se déplace de B à A.

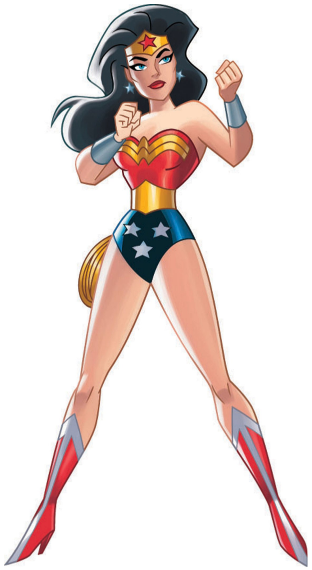
$$\boldsymbol{E_c(B) - E_c(A) = W_{AB}^{(ext)}}$$

C. Par définition $\overrightarrow{\mathbf{F}}$ correspond à la dérivée de l'énergie potentielle
NON NON ET NON

$$\mathbf{F_x = -\frac{dU_x}{dx}}$$

D. Les maximums et minimums d'énergie potentielle correspondent à des points d'équilibre stables

E. Toutes les réponses sont fausses



QCM

À propos de la loi d'Ohm
On considère que $U = 6V$ et $R = 2\boldsymbol{\Omega}$

A- Pour un fil conducteur, plus la longueur est importante plus la résistance est faible

B- La puissance électrique consommée est telle que $P = 18W$

C- La résistance entraîne une perte d'énergie sous forme de chaleur

D- La résistance globale de deux résistances en série correspond à la somme des résistance individuelles.

E- Toutes les réponses sont fausse

CORRECTION

A- Pour un fil conducteur, plus la longueur est importante plus la résistance est faible

B- La puissance électrique consommée est telle que $P = 18W$

C-La résistance entraîne une perte d'énergie sous forme de chaleur

D- La résistance globale de deux résistances en série correspond à la somme des résistance individuelles.

E- Toutes les réponses sont fausse

QCM

Concernant un oscillateur harmonique de pulsation propre $\omega_0 = 2s^{-1}$ et d'équation de mouvement $\frac{d^2x}{dt^2} = -\omega_0^2 x$

On considère $\pi = 3$

A- Nous sommes en présence d'un oscillateur harmonique amorti

B- Sa période est $T = 3$s

C- Sa période est $T = 6$s

D- Sa pulsation propre dépend des forces exercées sur le système

E- Toutes les réponses sont fausses

CORRECTION

A- Nous sommes en présence d'un oscillateur harm
amorti

B- Sa période est $T = 3s$

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

C- Sa période est $T = 6s$

D- Sa pulsation propre dépend des forces exercées sur le système

E- Toutes les réponses sont fausses

QCM

On considère une petite bille de masse m située à une hauteur z=h dans un référentiel où l'axe O_z est orienté verticalement vers le haut.
La bille est uniquement soumise à la force de pesanteur. Donnez la ou les propositions justes.

A. Le temps de chute libre de la bille entre z=h et z=0 peut dépendre de sa vitesse initiale

B. Le temps de la chute libre de la bille entre z=h et z=0 peut dépendre des composantes horizontales de sa vitesse initiale.

C. On peut choisir le zéro de l'énergie potentielle pour que la fonction énergie potentielle de la bille s'écrive comme U(z)=mgz

D. En z=h, on peut choisir l'énergie potentielle de la bille égale à U(h)=0

E. Toutes les réponses sont fausses

CORRECTION

A. Le temps de chute libre de la bille entre z=h et z=0 peut dépendre de sa vitesse initiale

B. Le temps de la chute libre de la bille entre z=h et z=0 peut dépendre des composantes horizontales de sa vitesse initiale.

C. On peut choisir le zéro de l'énergie potentielle pour que la fonction énergie potentielle de la bille s'écrive comme U(z)=mgz

D. En z=h, on peut choisir l'énergie potentielle de la bille égale à U(h)=0

E. Toutes les réponses sont fausses

FIN

Bon courage à tous, l’UE3a est avec vous !

PACES TUTORAT NIÇOIS
Faculté de Médecine de Nice