

# Formulaire de physique

## 1 Mouvements

### 1.1 Mouvement Rectiligne

Mouvement d'un corps sur une trajectoire rectiligne.

#### Uniforme (MRU)

$$\begin{cases} v = \text{const} \\ x = x_0 + v \cdot t \end{cases}$$

$v$	Vitesse $[m/s]$
$x$	Position $[m]$
$x_0$	Position initiale $[m]$
$t$	Temps $[s]$

#### Uniformément Accéléré (MRUA)

$$\begin{cases} a = \text{const} \\ v(t) = v_0 + a \cdot t \\ x(t) = x_0 + v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2} \end{cases}$$

$a$	Accélération $[m/s^2]$
$v_0$	Vitesse initiale $[m/s]$

### 1.2 Mouvement Circulaire

Mouvement d'un corps autour d'un point de rotation (trajectoire circulaire).

#### Uniforme (MCU)

$$\begin{cases} \omega = \text{const} \\ \omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} \\ \theta = \omega \cdot t + \theta_0 \end{cases}$$

$\omega$	Vitesse angulaire $[rad/s]$
$\theta$	Angle $[rad]$
$\theta_0$	Angle initial $[rad]$
$t$	Temps $[s]$

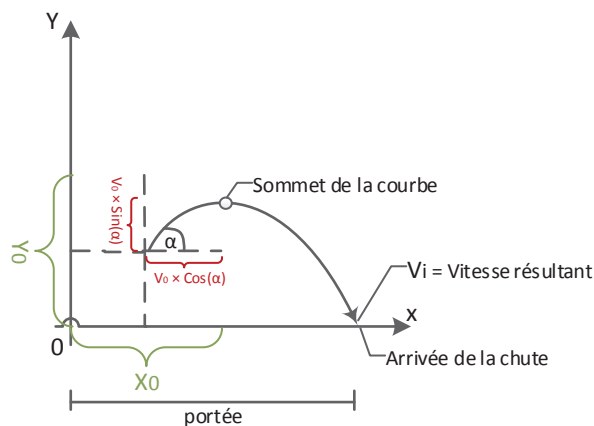
#### Uniformément Accéléré (MCUA)

$$\begin{cases} \alpha = \text{const} \\ \omega = \omega_0 + \alpha \cdot t \\ \theta = \theta_0 + \omega_0 \cdot t + \frac{\alpha \cdot t^2}{2} \\ V = \omega \cdot r \\ a_c = \frac{V^2}{r} \text{ OU } \omega^2 \cdot r \\ F_c = m \cdot a_c \end{cases}$$

$r$	Rayon $[m]$
$\alpha$	Accélération angulaire $[rad/s^2]$
$\omega_0$	Vitesse angulaire initiale $[rad/s]$
$V$	Vitesse tangentielle $[m/s]$
$a_c$	Accélération centripète $[m/s^2]$
$F_c$	Force centripète $[N]$

# Formulaire de physique

## 2 Balistique



Au sommet de la courbe:  $v_y(t) = 0$

### 2.1 Equations du mouvement

Acceleration

$$\begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = -g \end{cases}$$

Vitesse

$$\begin{cases} v_x(t) = v_0 \cdot \cos \alpha \\ v_y(t) = v_0 \cdot \sin \alpha + a_y \cdot t \end{cases}$$

Position

$$\begin{cases} x(t) = x_0 + v_0 \cdot \cos \alpha \cdot t \\ y(t) = y_0 + v_0 \cdot \sin \alpha \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2} \end{cases}$$

### Equations annexes

A utiliser avec précautions, ne s'appliquent pas dans tous les cas.

Portée

$$\begin{cases} p = \frac{v_0^2 \cdot \sin(2 \cdot \alpha)}{a_y} & \text{Si } y_0 = 0 \\ p = \text{résoudre } \begin{cases} y(t) = 0 \\ x(t) = n \end{cases} \text{ pour } n & \text{Si } y_0 \neq 0 \end{cases}$$

Alt. Maximale

$$y_{\max} = \frac{(v_0 \cdot \sin \alpha)^2}{2 \cdot a_y} + y_0$$

Vitesse Résultante

$$v_i(t) = \sqrt{v_y(t)^2 + v_x(t)^2}$$

Les unités sont identiques aux unités de la section MRUA

# Formulaire de physique

## 3 Newton

### 3.1 Lois de Newton

#### 1<sup>ère</sup> loi de Newton

Tout corps dont la somme des forces est nulle est soit au repos, soit animé d'un mouvement rectiligne uniforme non accéléré.

#### 2<sup>ème</sup> loi de Newton

L'altération du mouvement est proportionnelle à la force qui lui est imprimée ; et cette altération se fait en ligne droite dans la direction de la force.

$$F = m \cdot a$$

$$a = \frac{\sum F}{\sum m}$$

#### 3<sup>ème</sup> loi de Newton

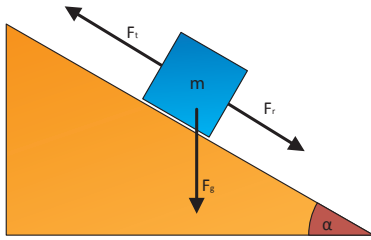
Pour chaque action, il existe une réaction égale et opposée.

$$\sum \vec{F} = 0$$

# Formulaire de physique

## Lois dérivées

Tirer un objet sur une pente

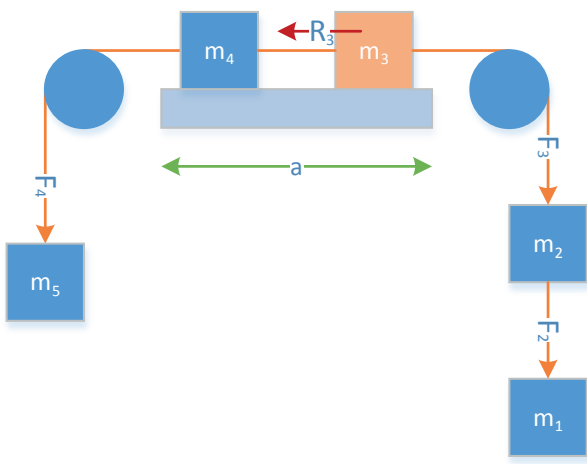


$$\frac{\sum F_t - \sum R_r - F_g}{\sum m} \Big| F_g = m \cdot g \cdot \sin \alpha$$

**notes**

$$\alpha = \tan^{-1}(\text{pente en \%})$$

Système de poulies



$$a = \frac{\sum F_n - \sum R_n}{\sum m_n} = \frac{g \cdot (m_1 + m_2 - m_5) - R_3}{|m_1| + |m_2| + |m_3| + |m_4| + |m_5|}$$

Variables

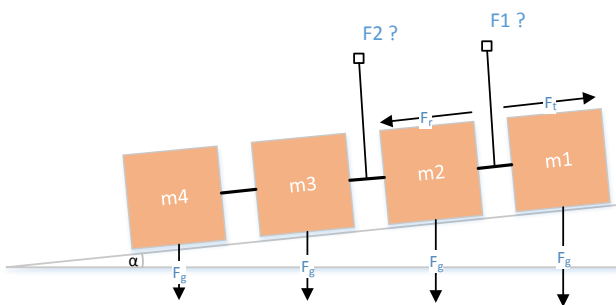
$$F_n = m_n \cdot g$$

$$R_n = \text{Résistance sur la masse } n$$

**notes**

$F_n$  est nulle si l'objet n'est pas en suspension (ex  $m_4$ )  
Les masses qui ne sont pas en suspension et qui n'exercent pas de frottement sont tout de même comptées dans la somme des masses ( $\sum m_n$ )

Forces de retenue et de traction



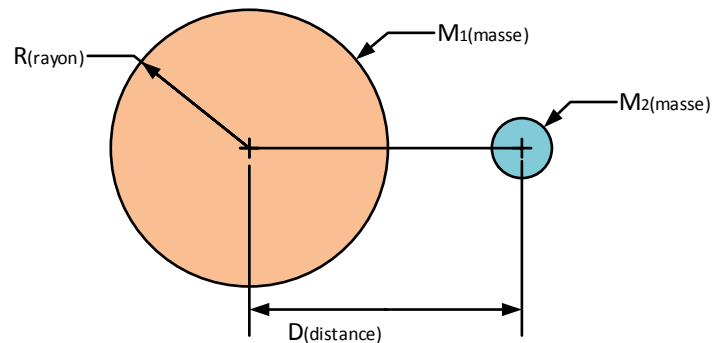
$$F_t - F_g - F_r = \sum m \cdot a$$

$$F_g = \sum m \cdot g \cdot \sin \alpha$$

**notes**

La somme des masses est dépendant du sous-système choisi.

## 3.2 Gravitation Universelle



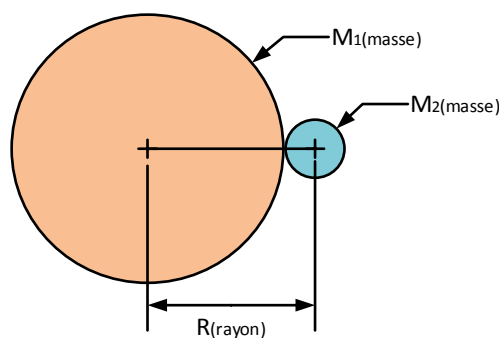
### Loi de la Gravitation universelle

Deux corps quelconques s'attirent de manière proportionnelle à leur masse et inversement proportionnelle au carré de leur distance.

$$F_G = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{d^2}$$

$F_G$	Force de gravitation [N]
$G$	Gravitation universelle [ $N/m^2/kg$ ] $6.67 \times 10^{-11}$
$m_i$	Masse [Kg]
$d$	Distance entre des corps [Km]

### Gravitation d'un corps



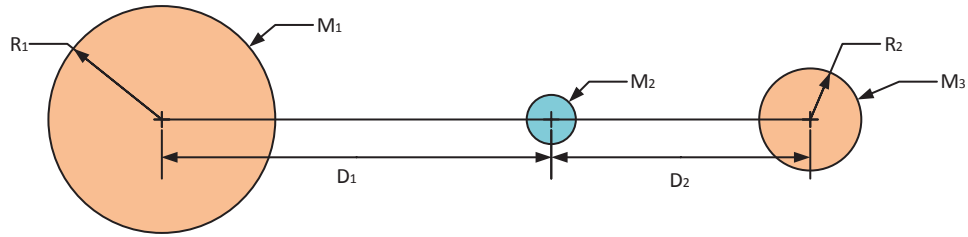
Cette loi peut être dérivée lorsqu'un objet est suffisamment proche d'un corps de masse et taille beaucoup plus importantes. Le corps plus petit devient donc insignifiant.

$$F_G = G \cdot \frac{m}{r^2}$$

### Attraction entre deux champs de gravité

Une autre dérivation de cette loi peut s'appliquer lorsqu'un objet est soumis à deux champs de gravité distincts. Cette dérivation permet d'obtenir la direction et la vitesse avec laquelle le corps au milieu se dirige.

# Formulaire de physique



$$\begin{cases} F = G \cdot \left( \frac{m_1 \cdot m_2}{d_1^2} - \frac{m_3 \cdot m_2}{d_2^2} \right) \\ F = m_2 \cdot a \end{cases}$$

## Équilibre d'attraction

Lorsque l'objet se trouve à l'équilibre, l'accélération vaut 0. La formule peut donc être modifiée.

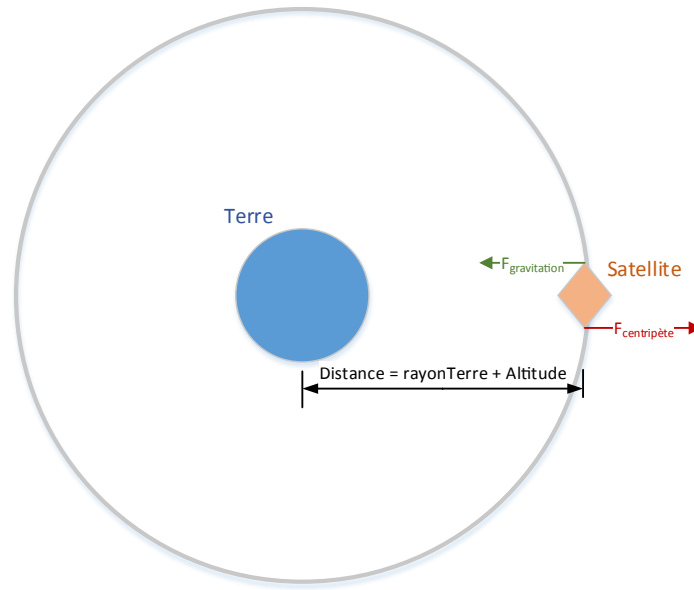
$$\frac{m_1 \cdot m_2}{d_1^2} = \frac{m_3 \cdot m_2}{d_2^2}$$

## Rapport des distances et des masses

$$\frac{d_1^2}{d_2^2} = \frac{m_1}{m_3}$$

# Formulaire de physique

## 3.3 Mise en orbite



Pour qu'un objet soit en orbite géosynchrone la force de gravité doit être égale à la force centripète.

$$F_g = F_c$$

$$\omega = \frac{\text{Angle parcouru [rad]}}{\text{Temps [s]}}$$

### Generalisation

$$\begin{aligned} G \cdot \frac{M_p \cdot M_o}{d^2} &= M_o \cdot \omega^2 \cdot d \\ G \cdot M_p &= \omega^2 \cdot d^3 \\ d &= r_p + alt \end{aligned}$$

$M_p$	Masse de la planète [Kg]
$M_o$	Masse de l'objet [Kg]
$d$	Distance entre les corps [m]
$r_p$	Rayon de la planète [m]
$alt$	Altitude [m]

### notes

$\omega$  est equivalent a celui de la planète en orbite dans le cas d'une orbite géosynchrone

### Nombre de passages au dessus d'un point pour une période donnée

$$\begin{aligned} \omega_0 &= \frac{2\pi \cdot (n \pm 1)}{t} \\ &= \omega_p \cdot (n \pm 1) \end{aligned} \quad (1)$$

$\omega_o$	Vitsees angulaire de l'objet [rad/s]
$\omega_p$	$\omega$ de la planète [rad/s]
$n$	Nombre de tours
$t$	Temps [s]

Sens identiques:  $n + 1$

Sens contraires:  $n - 1$

### notes

(1) Passage sur un point

# Formulaire de physique

## 4 Statique

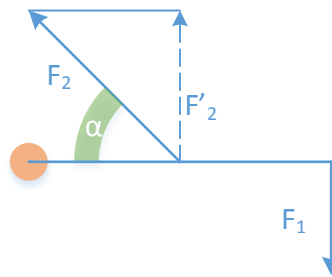
La statique est l'étude des forces sur un système à l'équilibre, la somme de ses forces est donc nulle.

$$\sum \vec{F} = 0$$

Les forces sont considérées comme des vecteurs et s'additionnent donc comme tels.

### 4.1 Moment de Force

Lorsqu'une force est appliquée sur un corps attaché à un axe de rotation, cette force produit un moment de force dont l'effet est proportionnel à la distance par rapport au centre de rotation et est mitigé par l'angle en fonction du corps.



$$\begin{cases} F_{\perp} = F \cdot \sin \alpha \\ M = F_{\perp} \cdot d \end{cases}$$

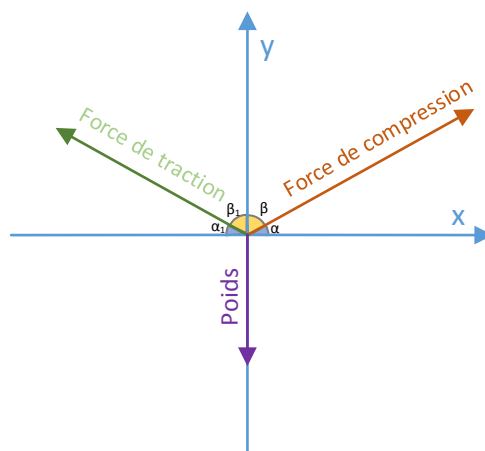
$$\sum M = 0$$

$M$	Moment de force
$F_{\perp}$	Force perpendiculaire [N]
$F$	Force [N]
$\alpha$	Angle de la force [deg]



# Formulaire de physique

## 4.2 Système de forces



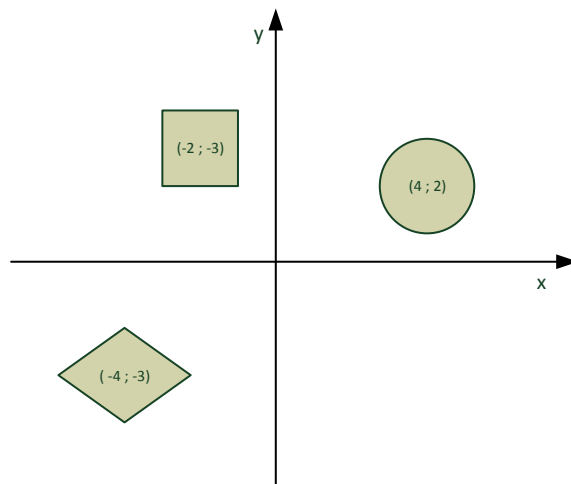
### Equilibre

$$\begin{cases} R_x = \sum F_n \cdot \cos \alpha_n \\ R_y = \sum F_n \cdot \sin \alpha_n \end{cases}$$

$R$  Force résultante  
 $F_n$  Force en jeu

# Formulaire de physique

## 4.3 Centre de gravité



$$m = S \cdot d \quad (1)$$

$$p = \sum m$$

$$G_x = \frac{\sum (m_n \cdot x_n)}{p}$$

$$G_y = \frac{\sum (m_n \cdot y_n)}{p}$$

$m$  Masse [Kg]

$S$  Surface [ $m^2$ ]

$d$  Masse superficique [ $Kg/m^2$ ]

$p$  Masse du système [Kg]

$G_x$  et  $G_y$  Coordonnée du centre de gravité [m]

### notes

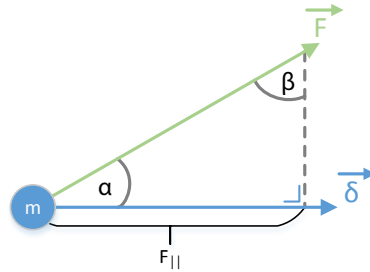
(1) Le calcul  $m = S \cdot d$  n'est pas applicable dans toutes les situations.

# Formulaire de physique

## 5 Energie & Puissance

### 5.1 Energie mécanique

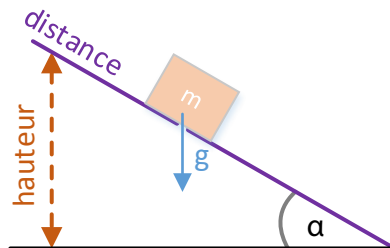
#### Travail de force



$$\begin{aligned} W &= F \cdot \ell \\ &= F_{||} \cdot \ell \\ &= F \cdot \sin \alpha \cdot \ell \\ &= F \cdot \cos \beta \cdot \ell \end{aligned}$$

$W$	Travail de force [J]
$F$	Force [N]
$\ell$	Distance [m]
$\alpha \beta$	Angle [Deg]

#### Formules dérivées



#### Tavail de force sur une pente

$$\begin{aligned} h &= \sin \alpha \cdot d \\ W &= h \cdot m \cdot g \end{aligned}$$

$h$	Dénivelé [m]
$d$	Distance [m]
$m$	Masse du corps [kg]

# Formulaire de physique

## 5.2 Energie Cynétique & Potentielle

Théorème de l'énergie Cynétique	
$E_{\text{cin}_T} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$ $\sum W_{AB} = E_{\text{cin}_B} - E_{\text{cin}_A}$	$E_{\text{cin}_T}$ Energie cinetique de translation [J] $m$ Masse [N] $\sum W_{AB}$ Energie cynétique [N]

Energie Potentielle	
$E_{\text{pot}_G} = m_o \cdot g \cdot h$ $E_{\text{pot}_G} = -G \cdot m_p \cdot m_o \cdot \frac{1}{\Delta h} \quad (1)$	$E_{\text{pot}_G}$ Energie potentielle de gravitation [J] $m_o$ Masse objet [Kg] $m_p$ Masse planète [Kg] $\Delta h$ Diff. d'altitude [m] <b>notes</b> (1) voir: Intégrations

### Différence de potentiel

$$\Delta E_{\text{pot}_{AB}} = E_{\text{pot}_B} + E_{\text{pot}_A}$$

### Intégrations

$$F(h) = G \cdot \frac{m_p \cdot m_o}{h^2}$$
$$E_{\text{pot}_G} = \int F(h) \, dh$$
$$\Delta E_{\text{pot}_{AB}} = \int_A^B F(h) \, dh$$

# Formulaire de physique

## 5.3 Puissance

### Théorème

$$\begin{aligned} P &= \frac{E}{t} \\ &= \frac{F \cdot d}{t} \\ &= F \cdot v \end{aligned}$$

$P$	Puissance [J/s = W(atts)]
$E$	Energie [J]
$t$	Temps [s]
$F$	Force [N]
$v$	Vitesse [m/s]

### Rendement

$$\text{Rendement} = \frac{E_{\text{Utile}}}{E_{\text{Fournie}}} = \frac{P_{\text{Utile}}}{P_{\text{Fournie}}}$$

$$\begin{aligned} \text{Perte} &= E_{\text{Fournie}} - E_{\text{Utile}} \\ &= P_{\text{Fournie}} - P_{\text{Utile}} \end{aligned}$$

# Formulaire de physique

## 6 Sonique

### 6.1 Intensité et Décibels

$$\beta = 10 \cdot \log_{10} \left( \frac{I}{I_0} \right)$$

$\beta$	Décibels [db]
$I$	Intensité [ $W/m^2$ ]
$I_0$	Seuil d'audition ( $10^{-12}$ ) [ $W/m^2$ ]

### 6.2 Relations avec la pression

$$I = \frac{(\Delta p)^2}{2 \cdot \rho \cdot V_{\text{son}}}$$
$$\beta = 20 \cdot \log_{20} \left( \frac{\Delta p}{\Delta p_0} \right)$$

$\Delta p$	Amplitude (différence) de pression [Pa]
$\rho$	Masse volumique du milieu [ $kg/m^3$ ]
$V_{\text{son}}$	Vitesse du son (dans l'air: 344 [m/s])
$\beta$	Décibels [db]
$I$	Intensité [ $W/m^2$ ]

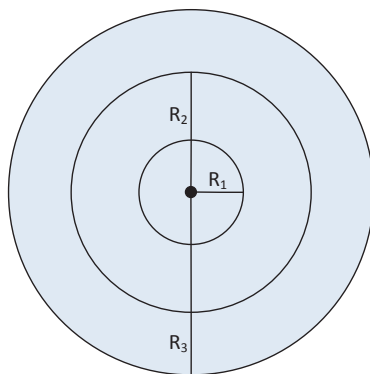
#### Autre formules

$$\frac{I_2}{I_1} = 10^{\frac{\beta_2 - \beta_1}{10}}$$
$$\Delta \beta = 10 \cdot \log_{10}(\Delta n)$$

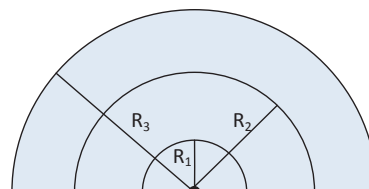
$\Delta \beta$	Différence de décibels
$\Delta n$	Nombre de sources supplémentaires

### 6.3 Dispersion sans amortissement

Vue du dessus



Vue latéral



$$I_1 \cdot S_1 = I_2 \cdot S_2$$
$$I_1 \cdot r_1^2 = I_2 \cdot r_2^2$$

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{S_1}{S_2}$$
$$\frac{I_2}{I_1} = \left( \frac{r_1}{r_2} \right)^2$$

$I_n$	Intensité [ $W/m^2$ ]
$S_s$	Surface de dispersion [ $m^2$ ]
$r_n$	Rayon de dispersion [m]

## 7 Transfert de chaleur

### Théorème

$$\sum Q = 0$$

$$Q_n = m \cdot c \cdot \Delta\theta \quad \text{Ch. température}$$
$$= m \cdot L \quad \text{Ch. état}$$

$Q_n$	Energie [J]
$\Delta\theta$	Diff. de temperature [°C]
$m$	Masse [kg]
$c$	Chaleur specifique [J/kg/°C]
$L$	Chaleur latente de transformation [J/kg]

### 7.1 Formules dérivées

#### Equilibre de temperature

Pour obtenir un équilibre de température, il faut que l'énergie cédée par les corps chauds soit absorbée par les corps froids.

$$\sum \text{énergie cédée} = \sum \text{énergie absorbée}$$

#### Source d'énergie externe

Lorsqu'un système est alimenté par une source d'énergie externe, il l'absorbe entièrement excepté les éventuelles pertes.

$$\sum E_{\text{reçue}} - \sum E_{\text{perte}} = \sum Q$$

#### Changement d'état

$T_1$  Température initiale [°C]

$T_2$  Température finale [°C]

$$\Delta Q = m \cdot [c_{\text{glace}} \cdot (0 - \theta_1) + L_{\text{fusion}} + c_{\text{eau}} \cdot (\theta_2 - 0)]$$

# Formulaire de physique

## Contents

<b>1</b>	<b>Mouvements</b>	<b>1</b>
1.1	Mouvement Rectiligne . . . . .	1
1.2	Mouvement Circulaire . . . . .	1
<b>2</b>	<b>Balistique</b>	<b>2</b>
2.1	Equations du mouvement . . . . .	2
<b>3</b>	<b>Newton</b>	<b>3</b>
3.1	Lois de Newton . . . . .	3
3.2	Gravitation Universelle . . . . .	5
3.3	Mise en orbite . . . . .	7
<b>4</b>	<b>Statique</b>	<b>8</b>
4.1	Moment de Force . . . . .	8
4.2	Système de forces . . . . .	9
4.3	Centre de gravité . . . . .	10
<b>5</b>	<b>Energie &amp; Puissance</b>	<b>11</b>
5.1	Energie mécanique . . . . .	11
5.2	Energie Cynétique & Potentielle . . . . .	12
5.3	Puissance . . . . .	13
<b>6</b>	<b>Sonique</b>	<b>14</b>
6.1	Intensité et Décibels . . . . .	14
6.2	Relations avec la pression . . . . .	14
6.3	Dispersion sans amortissement . . . . .	14
<b>7</b>	<b>Transfert de chaleur</b>	<b>15</b>
7.1	Formules dérivées . . . . .	15

## Contributeurs

**Jeremy David**

sti34a 2013, <http://github.com/ltouroumov>, [ltouroumov@gmail.com](mailto:ltouroumov@gmail.com)

**Kevin Wenger**

sti34a 2013, <http://github.com/sudei>

**Timothée Moulin**

sti34a 2013, <http://github.com/tehem>

**Vincent Kobel**

sti34a 2013