

Formulaire de Mathématiques et Sciences physiques

ALGEBRE	1
NOMBRES COMPLEXES.....	2
TRIGONOMETRIE.....	3
CALCUL VECTORIEL – GEOMETRIE	4
SUITES ET SERIES	5
LIMITES	6
FORMULES DE TAYLOR	7
DEVELOPPEMENTS LIMITES.....	8
FONCTIONS USUELLES.....	8
ARITHMETIQUE	9
DERIVATION	10
INTEGRATION.....	10
EQUATIONS DIFFERENTIELLES	12
OPERATEURS VECTORIELS	13
DENOMBREMENT	14
PROBABILITES	15
ALGEBRE DE BOOLE.....	17
STATISTIQUES	17
ALPHABET GREC	19
NOTATIONS MATHÉMATIQUES	20
LES 7 GRANDEURS PHYSIQUES FONDAMENTALES.....	20
CONVERSIONS USUELLES	21
DE L'INTERET DU CALCUL LITTÉRAL	22
CHIFFRES SIGNIFICATIFS	23

Algèbre

Equations du second degré

Soient a, b, c des nombres réels. $a \neq 0$

$$a \cdot z^2 + b \cdot z + c = 0$$

Discriminant $\Delta = b^2 - 4ac$

Si $\Delta > 0$, deux solutions réelles

$$z_1 = \frac{-b + \sqrt{\Delta}}{2a}$$

$$z_2 = \frac{-b - \sqrt{\Delta}}{2a}$$

Si $\Delta = 0$, une racine double

$$z = \frac{-b}{2a}$$

Si $\Delta < 0$, deux solutions complexes conjuguées

$$z_1 = \frac{-b + i\sqrt{|\Delta|}}{2a}$$

$$z_2 = \frac{-b - i\sqrt{|\Delta|}}{2a}$$

Dans tous les cas

$$az^2 + bz + c = a(z - z_1)(z - z_2)$$

$$z_1 + z_2 = -\frac{b}{a}$$

$$z_1 z_2 = \frac{c}{a}$$

Identités remarquables

Valables dans $\mathbb{C}$ et donc dans $\mathbb{R}$

$$(a + b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$$

$$(a - b)^2 = a^2 - 2ab + b^2$$

$$(a + b)^3 = a^3 + 3a^2b + 3ab^2 + b^3$$

$$(a - b)^3 = a^3 - 3a^2b + 3ab^2 - b^3$$

$$(a + b)^n = a^n + C_n^1 a^{n-1}b + \dots + C_n^k a^{n-k}b^k + \dots + b^n$$

$$a^2 - b^2 = (a + b)(a - b)$$

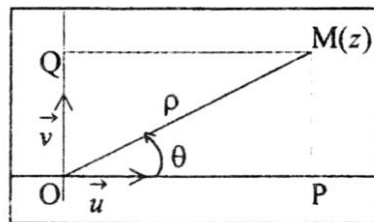
$$a^2 + b^2 = (a + ib)(a - ib)$$

Nombres complexes

Forme algébrique

$$z = x + i.y$$

Forme trigonométrique



$$z = \rho.(\cos \theta + i. \sin \theta) = \rho e^{i\theta} \quad \rho > 0$$

$$\overrightarrow{OM} = x. \vec{u} + y. \vec{v}$$

$$\overline{OP} = x = \Re(z) = \rho. \cos \theta$$

$$\overline{OQ} = y = \Im(z) = \rho. \sin \theta$$

$$OM = \rho = |z| = \sqrt{x^2 + y^2}$$

Opérations algébriques

$$z + z' = (x + x') + i(y + y')$$

$$z.z' = (xx' - yy') + i(xy' + x'y)$$

Module

$$|z| = \sqrt{a^2 + b^2}$$

Argument

$$\arg(z_1 z_2) = \arg(z_1) + \arg(z_2) + 2k\pi$$

$$\arg\left(\frac{z_1}{z_2}\right) = \arg(z_1) - \arg(z_2) + 2k\pi$$

Conjugué

Pour $z = x + iy$; $\bar{z} = x - i \cdot y$

$$x = \frac{1}{2}(z + \bar{z})$$

$$y = \frac{1}{2i}(z - \bar{z})$$

$$\overline{z + z'} = \bar{z} + \bar{z'}$$

$$\overline{z \cdot z'} = \bar{z} \cdot \bar{z'}$$

$$z \cdot \bar{z} = x^2 + y^2 = |z|^2$$

$$\frac{1}{z} = \frac{\bar{z}}{z \cdot \bar{z}} = \frac{x}{x^2 + y^2} + i \cdot \frac{-y}{x^2 + y^2} = \frac{1}{\rho} \cdot e^{-i\theta}$$

$$\overline{z^n} = (\bar{z})^n$$

$$\frac{\bar{1}}{z} = \frac{1}{\bar{z}}$$

Module et argument d'un produit et d'un quotient

$$z \cdot z' = \rho \cdot \rho' \cdot e^{i(\theta + \theta')}$$

$$|z \cdot z'| = |z| |z'|$$

$$\frac{z}{z'} = \frac{\rho}{\rho'} \cdot e^{i(\theta - \theta')}$$

$$\left| \frac{z}{z'} \right| = \frac{|z|}{|z'|}$$

Pour $n \in \mathbb{Z}$,

$$z^n = \rho^n \cdot e^{in\theta}$$

Inégalité triangulaire

$$||z| - |z'|| \leq |z + z'| \leq |z| + |z'|$$

Trigonométrie

$$\cos^2 \theta + \sin^2 \theta = 1$$

Pour $\theta \neq \frac{\pi}{2} + k\pi$

$$\tan \theta = \frac{\sin \theta}{\cos \theta}$$

Formules d'addition

$$e^{i(a+b)} = e^{ia} \cdot e^{ib}$$

$$\cos(a + b) = \cos a \cdot \cos b - \sin a \cdot \sin b$$

$$\cos(a - b) = \cos a \cdot \cos b + \sin a \cdot \sin b$$

$$\sin(a + b) = \sin a \cdot \cos b + \sin b \cdot \cos a$$

$$\sin(a - b) = \sin a \cdot \cos b - \sin b \cdot \cos a$$

$$\begin{aligned}\tan(a+b) &= \frac{\tan a + \tan b}{1 - \tan a \cdot \tan b} \\ \tan(a-b) &= \frac{\tan a - \tan b}{1 - \tan a \cdot \tan b} \\ \cos(2a) &= \cos^2 a - \sin^2 a = 2\cos^2 a - 1 = 1 - 2\sin^2 a \\ \sin(2a) &= 2 \sin a \cdot \cos a \\ \cos^2 a &= \frac{1}{2} \cdot (1 + \cos 2a) \\ \sin^2 a &= \frac{1}{2} \cdot (1 - \cos 2a) \\ 1 + \tan^2 a &= \frac{1}{\cos^2 a}\end{aligned}$$

Formules de Moivre

Pour tout entier naturel n non nul,

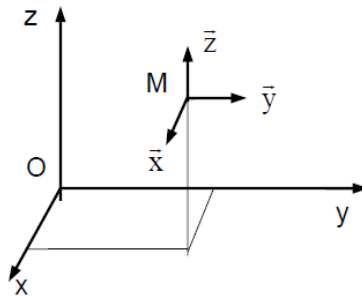
$$\begin{aligned}(e^{i\theta})^n &= e^{in\theta} \\ (\cos \theta + i \cdot \sin \theta)^n &= \cos n\theta + i \cdot \sin n\theta\end{aligned}$$

Valeurs remarquables

	0	$\pi/6$	$\pi/4$	$\pi/3$	$\pi/2$	π
Sin	0	1/2	$\sqrt{2}/2$	$\sqrt{3}/2$	1	0
Cos	1	$\sqrt{3}/2$	$\sqrt{2}/2$	1/2	0	-1
Tan	0	$\sqrt{3}/3$	1	$\sqrt{3}$		0

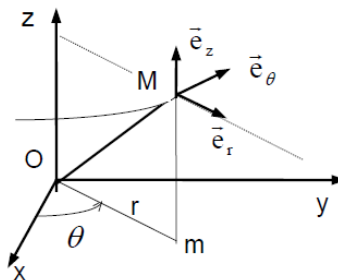
Calcul Vectoriel – Géométrie

Repère cartésien : x, y, z

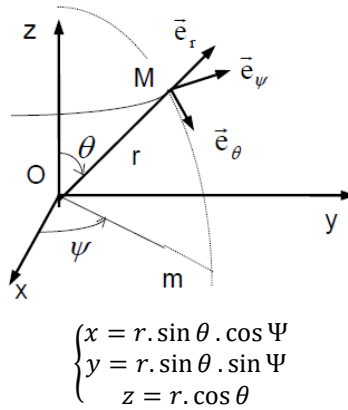


Elément d'intégration $dV = dx dy dz$

Repère cylindrique : r, θ, z et Repère polaire : r, θ



Elément d'intégration $dV = r dr d\theta dz$

Repère sphérique : r, θ, ϕ 

Élément d'intégration $dV = r^2 \cdot \sin \theta \cdot dr d\theta d\Psi$

Produit scalaire

$$\vec{U} \cdot \vec{V} = \|\vec{U}\| \cdot \|\vec{V}\| \cdot \cos(\vec{U}, \vec{V})$$

$$\vec{U} \cdot \vec{V} = \vec{V} \cdot \vec{U}$$

$$\vec{U} \cdot (\vec{V} + \vec{W}) = \vec{U} \cdot \vec{V} + \vec{U} \cdot \vec{W}$$

$$\lambda \vec{U} \cdot \mu \vec{V} = \lambda \mu \vec{U} \cdot \vec{V}$$

Produit vectoriel

$$\|\vec{U} \wedge \vec{V}\| = \|\vec{U}\| \cdot \|\vec{V}\| \cdot |\sin(\vec{U}, \vec{V})|$$

$$\vec{U} \wedge \vec{V} = -\vec{V} \wedge \vec{U}$$

$$\vec{U} \wedge (\vec{V} + \vec{W}) = \vec{U} \wedge \vec{V} + \vec{U} \wedge \vec{W}$$

$$\lambda \vec{U} \wedge \mu \vec{V} = \lambda \mu \vec{U} \wedge \vec{V}$$

Produit mixte

$$(\vec{U}, \vec{V}, \vec{W}) = \vec{U} \cdot (\vec{V} \wedge \vec{W})$$

$$\vec{U} \cdot (\vec{V} \wedge \vec{W}) = \det(\vec{U}, \vec{V}, \vec{W}) = \begin{vmatrix} u_x & v_x & w_x \\ u_y & v_y & w_y \\ u_z & v_z & w_z \end{vmatrix}$$

Suites et séries

Suites arithmétiques

Premier terme U_0

$$U_{n+1} = U_n + r$$

$$U_n = U_0 + n \cdot r$$

$$U_n = U_p + (n - p) \cdot r$$

$$U_p + \dots + U_n = (n - p + 1) \cdot \frac{U_p + U_n}{2}$$

$$1 + 2 + \dots + n = \frac{n(n+1)}{2}$$

Suites géométriques

Premier terme V_0

$$\begin{aligned}
 V_{n+1} &= q \cdot V_n \\
 V_n &= q^n V_0 \\
 V_n &= q^{n-p} \cdot V_p \\
 V_p + V_{p+1} + \dots + V_n &= V_p \frac{1 - q^{n-p+1}}{1 - q}
 \end{aligned}$$

Formules d'Euler

$$\begin{aligned}
 \cos(x) &= \frac{e^{ix} + e^{-ix}}{2} \\
 \sin(x) &= \frac{e^{ix} - e^{-ix}}{2i}
 \end{aligned}$$

Séries de Fourier

$$\begin{aligned}
 f(t) &= a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} a_n \cos(n\omega t) + b_n \sin(n\omega t) \\
 a_0 &= \frac{1}{T} \int_0^T f(t) dt \\
 a_n(f) &= \frac{2}{T} \int_0^T f(t) \cos(n\omega t) dt \\
 b_n(f) &= \frac{2}{T} \int_0^T f(t) \sin(n\omega t) dt
 \end{aligned}$$

Série de Fourier autre écriture

$$\begin{aligned}
 s(t) &= a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} A_n \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{T} nt + \varphi_n\right) \\
 A_n &= \sqrt{a_n^2 + b_n^2} \\
 \varphi_n &= -\arctan\left(\frac{b_n}{a_n}\right) \\
 \cos(\varphi_n) &= \frac{a_n}{A_n}
 \end{aligned}$$

Limites

Formes indéterminées

$$\begin{aligned}
 \infty - \infty \\
 0 \times \infty \\
 \frac{\infty}{\infty} \\
 \frac{0}{0} \\
 \frac{\infty}{0} \\
 1^\infty \\
 \infty^0
 \end{aligned}$$

Limites des fonctions

Comportement à l'infini

$$\begin{aligned}
 \lim_{x \rightarrow +\infty} \ln x &= +\infty \\
 \lim_{x \rightarrow +\infty} e^x &= +\infty
 \end{aligned}$$

$$\lim_{x \rightarrow -\infty} e^x = 0$$

Si $\alpha > 0$,

$$\lim_{x \rightarrow +\infty} x^\alpha = +\infty$$

Si $\alpha < 0$,

$$\lim_{x \rightarrow +\infty} x^\alpha = 0$$

Comportement à l'origine

$$\lim_{x \rightarrow 0} \ln x = -\infty$$

Si $\alpha > 0$,

$$\lim_{x \rightarrow 0} x^\alpha = 0$$

Si $\alpha < 0$,

$$\lim_{x \rightarrow 0} x^\alpha = +\infty$$

$$\lim_{h \rightarrow 0} \frac{\ln(1+h)}{h} = 1$$

$$\lim_{h \rightarrow 0} \frac{e^h - 1}{h} = 1$$

$$\lim_{h \rightarrow 0} \frac{\sin h}{h} = 1$$

Croissances comparées à l'infini

$$\lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{e^x}{x} = +\infty$$

$$\lim_{x \rightarrow -\infty} x e^x = 0$$

$$\lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{\ln(x)}{x} = 0$$

Si $\alpha > 0$,

$$\lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{e^x}{x^\alpha} = +\infty$$

$$\lim_{x \rightarrow +\infty} x^\alpha \cdot e^{-x} = 0$$

$$\lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{\ln(x)}{x^\alpha} = 0$$

Suites

Si $\alpha > 0$,

$$\lim_{n \rightarrow +\infty} n^\alpha = +\infty$$

Si $\alpha < 0$,

$$\lim_{n \rightarrow +\infty} n^\alpha = 0$$

Si $a > 1$,

$$\lim_{n \rightarrow +\infty} a^n = +\infty$$

Si $0 < a < 1$,

$$\lim_{n \rightarrow +\infty} a^n = 0$$

Si $\alpha > 0$ et $a > 1$,

$$\lim_{n \rightarrow +\infty} \frac{a^n}{n^\alpha} = +\infty$$

Formules de Taylor

TAYLOR-LAGRANGE:

$$f(b) = f(a) + (b-a)f'(a) + \frac{(b-a)^2}{2!} f''(a) + \dots + \frac{(b-a)^n}{n!} f^{(n)}(a) + \frac{(b-a)^{n+1}}{(n+1)!} f^{(n+1)}(c).$$

$$f(a+h) = f(a) + hf'(a) + \frac{h^2}{2!} f''(a) + \dots + \frac{h^n}{n!} f^{(n)}(a) + \frac{h^{n+1}}{(n+1)!} f^{(n+1)}(c).$$

TAYLOR-MAC LAURIN:

$$f(x) = f(0) + xf'(0) + \frac{x^2}{2!} f''(0) + \dots + \frac{x^n}{n!} f^{(n)}(0) + \frac{x^{n+1}}{(n+1)!} f^{(n+1)}(\theta x).$$

TAYLOR-YOUNG:

$$f(a+h) = f(a) + hf'(a) + \frac{h^2}{2!} f''(a) + \dots + \frac{h^n}{n!} f^{(n)}(a) + h^n \varepsilon(h).$$

INEGALITE DE TAYLOR-LAGRANGE:

$$\left| f(b) - f(a) - (b-a)f'(a) - \frac{(b-a)^2}{2!} f''(a) - \dots - \frac{(b-a)^n}{n!} f^{(n)}(a) \right| \leq \frac{|b-a|^{n+1}}{(n+1)!} \sup_{x \in [a,b]} |f^{(n+1)}(x)|$$

Développements limités

$$e^x = 1 + \frac{x}{1!} + \frac{x^2}{2!} + \dots + \frac{x^n}{n!} + o(x^n)$$

$$\sin(x) = x - \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} + \dots + \frac{(-1)^n \cdot x^{2n+1}}{(2n+1)!} + o(x^{2n+2})$$

$$\cos(x) = 1 - \frac{x^2}{2!} + \frac{x^4}{4!} + \dots + \frac{(-1)^n \cdot x^{2n}}{(2n)!} + o(x^{2n+1})$$

$$\frac{1}{1-x} = 1 + x + x^2 + \dots + x^n + o(x^n)$$

$$(1+x)^\alpha = 1 + \alpha \cdot x + \frac{\alpha \cdot (\alpha-1)}{2!} \cdot x^2 + \dots + \frac{\alpha \cdot (\alpha-1) \dots (\alpha-n+1)}{n!} \cdot x^n + o(x^n)$$

$$\ln(1+x) = x - \frac{x^2}{2} + \frac{x^3}{3} + \dots + \frac{(-1)^{n+1} \cdot x^n}{n} + o(x^n)$$

$$\tan x = x + \frac{x^3}{3} + \frac{2x^5}{15} + o(x^6)$$

$$\operatorname{ch} x = 1 + \frac{x^2}{2!} + \dots + \frac{x^{2p}}{(2p)!} + x^{2p+1} \varepsilon(x). \quad (\text{c'est la partie paire de l'exponentielle}).$$

$$\operatorname{sh} x = x + \frac{x^3}{3!} + \dots + \frac{x^{2p+1}}{(2p+1)!} + x^{2p+2} \varepsilon(x). \quad (\text{c'est la partie impaire de l'exponentielle}).$$

Fonctions usuelles

Fonctions puissances

$$x^0 = 1$$

$$x^\alpha = e^{\alpha \ln x} \quad (x > 0)$$

$$x^{\alpha+\beta} = x^\alpha \cdot x^\beta$$

$$x^{\alpha-\beta} = \frac{x^\alpha}{x^\beta}$$

$$(x^\alpha)^\beta = x^{\alpha\beta}$$

Pour $n \in \mathbb{N}^*$, $x \in [0; +\infty[$ et $y \in [0; +\infty[$

$$y = \sqrt[n]{x} \Leftrightarrow x = y^n$$

Fonctions logarithme et exponentielle

$$\ln(x) = \int_1^x \frac{dt}{t} \quad (x > 0)$$

$$\ln(1) = 0$$

$$\ln(e) = 1$$

$$\ln(a \cdot b) = \ln(a) + \ln(b)$$

$$\ln\left(\frac{a}{b}\right) = \ln(a) - \ln(b)$$

Si $x \in]-\infty; +\infty[$ et $y \in]0; +\infty[$,

$$y = \exp(x) = e^x \Leftrightarrow x = \ln(y)$$

$$e^0 = 1$$

$$e^{a+b} = e^a \cdot e^b$$

$$e^{a-b} = \frac{e^a}{e^b}$$

$$a^x = e^{x \cdot \ln a} \quad (a > 0)$$

$$\log(x) = \frac{\ln x}{\ln 10}$$

$$\log_a(x) = \frac{\ln x}{\ln a}$$

$$(e^a)^b = e^{ab}$$

$$\ln(a^x) = x \cdot \ln a$$

Logarithme en base a

$$\log_a(x) = \frac{\ln(x)}{\ln(a)}$$

Fonctions hyperboliques

$$\operatorname{ch}(x) + \operatorname{sh}(x) = e^x$$

$$\operatorname{ch}(x) - \operatorname{sh}(x) = e^{-x}$$

$$\operatorname{ch}^2(x) - \operatorname{sh}^2(x) = 1$$

$$\operatorname{ch}(a+b) = \operatorname{cha} \cdot \operatorname{chb} + \operatorname{sha} \cdot \operatorname{shb}$$

$$\operatorname{sh}(a+b) = \operatorname{sha} \cdot \operatorname{chb} + \operatorname{shb} \cdot \operatorname{cha}$$

$$\operatorname{ch}(a-b) = \operatorname{cha} \cdot \operatorname{chb} - \operatorname{sha} \cdot \operatorname{shb}$$

$$\operatorname{sh}(a-b) = \operatorname{sha} \cdot \operatorname{chb} - \operatorname{shb} \cdot \operatorname{cha}$$

$$\operatorname{ch}(2x) = \operatorname{ch}^2(x) + \operatorname{sh}^2(x)$$

$$\operatorname{sh}(2x) = 2\operatorname{sh}x \cdot \operatorname{ch}x$$

Arithmétique

$$\operatorname{PGCD}(a; b) = a \wedge b$$

$$\operatorname{PPCM}(a; b) = a \vee b$$

$$a \wedge b = b \wedge a$$

$$a \wedge 1 = 1$$

$$a \wedge a = a$$

$$c(a \wedge b) = ca \wedge cb$$

$$\left(\frac{a}{c}\right) \wedge \left(\frac{b}{c}\right) = \frac{a \wedge b}{c}$$

Identité de Bezout (ou équation de Bezout)

Si a et b sont des entiers naturels alors il existe deux entiers p et q vérifiant

$$a.p + q.b = PGCD(a; b)$$

Dérivation

Dérivée

$$f'(a) = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(a+h) - f(a)}{a+h-a}$$

Dérivées usuelles

$$\cos(x)' = -\sin(x)$$

$$\sin'(x) = \cos(x)$$

$$(e^x)' = e^x$$

$$(\sqrt{x})' = \frac{1}{2\sqrt{x}}$$

$$\left(\frac{1}{x}\right)' = -\frac{1}{x^2}$$

$$\left(\frac{1}{x^n}\right)' = -\frac{n}{x^{n+1}}$$

$$(\ln x)' = \frac{1}{x}$$

$$x^a = a.x^{a-1}$$

$$\operatorname{Arcos}'(x) = \frac{-1}{\sqrt{1-x^2}}$$

$$\operatorname{Arcsin}'(x) = \frac{1}{\sqrt{1-x^2}}$$

$$\operatorname{Arctan}'(x) = \frac{1}{1+x^2}$$

Opérations sur les dérivées

$$(u+v)' = u' + v'$$

$$(k.u)' = k.u'$$

$$(u^\alpha)' = \alpha.u^{\alpha-1}.u'$$

$$(u.v)' = u'.v + u.v'$$

$$\left(\frac{u}{v}\right)' = \frac{u'.v - u.v'}{v^2}$$

$$\left(\frac{1}{u}\right)' = -\frac{u'}{u^2}$$

$$(v \circ u)' = u'.(v' \circ u)$$

$$(e^u)' = u'.e^u$$

$$(\ln u)' = \frac{u'}{u}, u \text{ à valeurs strictement positives}$$

Intégration

Si $g(x) = \int_a^x f(t)dt$ alors $g'(x) = f(x)$

$$f(x) - f(a) = \int_a^x f'(t) dt$$

Relation de Chasles

$$\int_a^c f(t) dt = \int_a^b f(t) dt + \int_b^c f(t) dt$$

$$\int_a^b f(t) dt = - \int_b^a f(t) dt$$

Linéarité

$$\int_a^b (\alpha f(t) + \beta g(t)) dt = \alpha \int_a^b f(t) dt + \beta \int_a^b g(t) dt$$

Calcul d'intégrale avec primitive

Si F est une primitive de f , alors

$$\int_a^b f(t) dt = [F(t)]_a^b = F(b) - F(a)$$

Théorème de Fubini

$$\iint f(x, y) dx dy = \int_a^b \left(\int_c^d f(x, y) dy \right) dx = \int_c^d \left(\int_a^b f(x, y) dx \right) dy$$

Positivité

Si $a \leq b$ et $f \geq 0$, alors

$$\int_a^b f(t) dt \geq 0$$

Intégration d'une inégalité

Si $a \leq b$ et $f \leq g$, alors

$$\int_a^b f(t) dt \leq \int_a^b g(t) dt$$

Si $a \leq b$ et $m \leq f \leq M$, alors

$$m(b - a) \leq \int_a^b f(t) dt \leq M(b - a)$$

Valeur moyenne de f sur $[a; b]$

$$\frac{1}{b - a} \int_a^b f(t) dt$$

Changement de variable

$$\int_{\alpha}^{\beta} (f(\Phi(x)) \cdot \Phi'(x)) \cdot dx = \int_{\Phi(\alpha)}^{\Phi(\beta)} f(u) \cdot du$$

Intégration par parties

$$\int_a^b u(t) \cdot v'(t) dt = [u(t)v(t)]_a^b - \int_a^b u'(t)v(t) dt$$

Equations différentielles

Équations à variables séparables

$$a(x) = b(y) \cdot y'$$

Avec $y' = \frac{dy}{dx}$

$$\int a(x) dx = \int b(y) dy$$

Equation différentielle linéaire du premier ordre à coefficients constants

Sans second membre

$$y(x)' + a \cdot y(x) = 0$$

$$y(x) = k \cdot e^{ax}$$

Avec second membre

$$y(x)' + a \cdot y(x) = f(x)$$

Solution

$$y(x) = y_s(x) + y_p(x)$$

$y_s(x)$ Solution générale de l'équation sans second membre

$y_p(x)$ Solution particulière de l'équation avec second membre

Second membre	Exemple de solution particulière
$f(x) = C$ avec C constante	Si $b \neq 0$, $y_p(x) = \frac{C}{b}$ Si $b = 0$, $y_p(x) = \frac{C}{a} \cdot x$
$f(x) = P(x)$ P polynôme de degré $n \in \mathbb{N}^*$	$y_p(x) = Q(x)$ Q polynôme de degré p tel que Si $b \neq 0$, $p = n$ Si $b = 0$, Q est de la forme $a_1 \cdot x + a_2 \cdot x^2 + \dots + a_{n+1} \cdot x^{n+1}$
$f(x) = P(x) \cdot e^{sx}$ P polynôme de degré n et s réel	$y_p(x) = Q(x) \cdot e^{sx}$ Q polynôme de degré p tel que Si $s \neq \left(-\frac{b}{a}\right)$ alors $p = n$ Si $s = \left(-\frac{b}{a}\right)$, Q est de la forme $a_1 \cdot x + a_2 \cdot x^2 + \dots + a_{n+1} \cdot x^{n+1}$
$f(x) = A \cdot \cos(\omega x + \varphi) + B \cdot \sin(\omega x + \varphi)$ ω réel non nul	$y_p(x) = C \cdot \cos(\omega x + \varphi) + D \cdot \sin(\omega x + \varphi)$

Equation différentielle linéaire du second ordre à coefficients constants, second membre nul

$$a(x) \cdot y''(x) + b(x) \cdot y'(x) + c(x) \cdot y(x) = f(x)$$

Solution générale de l'équation sans second membre

$$a.y''(x) + b.y'(x) + c.y(x) = 0$$

Soit

$$y(x) = k.e^{r.x}$$

Alors $a.r^2.e^{r.x} + b.r.e^{r.x} + c.e^{r.x} = 0 \rightarrow a.r^2 + b.r + c = 0$: équation caractéristique associée à (1)

- Si les racines r_1 et r_2 sont réelles, alors

$$y_s(x) = A.e^{r_1.x} + B.e^{r_2.x}$$

- Si $r_1 = r_2$, alors

$$y_s(x) = (A.x + B).e^{r_1.x}$$

- Si r_1 et r_2 sont complexes, alors

$$y_s(x) = (A.\cos(\beta x) + B.\sin(\beta x)).e^{\alpha.x}$$

Exemples de solutions particulières pour des seconds membres usuels

Second membre	Exemple de solution particulière
$f(x) = P(x)$ P polynôme de degré $n \in \mathbb{N}$	$y_p(x) = Q(x)$ Q polynôme de degré p tel que Si $c \neq 0, p = n$ Si $c = 0$ et $b \neq 0$, Q est de la forme $a_1.x + a_2.x^2 + \dots + a_{n+1}.x^{n+1}$ Si $c = 0$ et $b = 0$, Q est de la forme $a_2.x^2 + \dots + a_{n+2}.x^{n+2}$
$f(x) = P(x).e^{sx}$ P polynôme de degré n et s réel	$y_p(x) = Q(x).e^{sx}$ Si s n'est pas racine de l'équation caractéristique, $p = n$ Si s est racine simple de l'équation caractéristique, Q est de la forme $a_1.x + a_2.x^2 + \dots + a_{n+1}.x^{n+1}$ Si s est racine double de l'équation caractéristique, Q est de la forme $a_2.x^2 + \dots + a_{n+2}.x^{n+2}$
$f(x) = A.\cos(\omega x + \varphi) + B.\sin(\omega x + \varphi)$ ω réel non nul	Si $j\omega$ n'est pas racine de l'équation caractéristique, on cherche une solution sous la forme $y_p(x) = C.\cos(\omega x + \varphi) + D.\sin(\omega x + \varphi)$ Si $j\omega$ est racine de l'équation caractéristique, on cherche une solution sous la forme $y_p(x) = x.(C.\cos(\omega x + \varphi) + D.\sin(\omega x + \varphi))$

Une équation particulière

$$y''(x) + \omega^2.y(x) = 0$$

$$f(x) = A.\cos \omega x + B.\sin \omega x$$

Opérateurs vectoriels

Opérateur nabla

$$\vec{\nabla} = \frac{\partial}{\partial x} \vec{i} + \frac{\partial}{\partial y} \vec{j} + \frac{\partial}{\partial z} \vec{k}$$

Gradient

Gradient d'une fonction scalaire f

$$\overrightarrow{\text{grad}} f = \vec{\nabla} f$$

$$df = \overrightarrow{\text{grad}} f \cdot d\vec{OM}$$

Tenseur gradient du champ vectoriel $\vec{V}$

$$\overrightarrow{\overrightarrow{\text{grad}}} \vec{V}$$

Divergence

$$\text{div } \vec{V} = \vec{\nabla} \cdot \vec{V}$$

Rotationnel

$$\overrightarrow{\text{rot}} \vec{v} = \vec{\nabla} \wedge \vec{v}$$

Laplacien

Laplacien d'une grandeur scalaire f en coordonnées cartésiennes

$$\Delta f = \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial z^2}$$

Laplacien d'une grandeur vectorielle en coordonnées cartésiennes

Vecteur $\vec{v}$ de composantes (u,v,w) dans le repère $(\vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$

$$\Delta \vec{v} = \begin{pmatrix} \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \\ \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} \\ \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial z^2} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \Delta u \\ \Delta v \\ \Delta w \end{pmatrix}$$

Théorème de Green-Ostrogradski (ou théorème Flux-Divergence)

$$\iiint_V \text{div } \vec{a} \cdot d\vec{v} = \iint_S \vec{a} \cdot \vec{n} \cdot dS$$

Relations usuelles

Soit f une fonction scalaire et $\vec{a}$ et $\vec{b}$ deux vecteurs. Alors

$$\text{div}(f \cdot \vec{a}) = f \cdot \text{div}(\vec{a}) + (\overrightarrow{\text{grad}} f) \cdot \vec{a}$$

$$\text{div}(\overrightarrow{\text{grad}} f) = \Delta f$$

$$\overrightarrow{\text{rot}}(\overrightarrow{\text{grad}} f) = \vec{0}$$

$$\text{div}(\overrightarrow{\text{rot}}(\vec{a})) = 0$$

$$\text{div}(\vec{a} \wedge \vec{b}) = \vec{b} \cdot \overrightarrow{\text{rot}}(\vec{a}) - \vec{a} \cdot \overrightarrow{\text{rot}}(\vec{b})$$

$$\overrightarrow{\text{rot}}(f \cdot \vec{a}) = f \cdot \overrightarrow{\text{rot}}(\vec{a}) - \vec{a} \wedge \overrightarrow{\text{grad}} f$$

$$\text{div}(\Delta \vec{a}) = \Delta \text{div}(\vec{a})$$

Dénombrement

Soit E un ensemble de n éléments.

Nombre de combinaisons de p éléments de E :

$$C_n^p = \binom{n}{p} = \frac{n(n-1) \dots (n-p+1)}{p!} = \frac{n!}{p!(n-p)!}$$

Avec $0! = 1$; $n! = n \times (n-1) \times (n-2) \times \dots \times 2 \times 1$

$$C_n^p = C_n^{n-p}$$

$$C_{n+1}^{p+1} = C_n^p + C_n^{p+1}$$

	Tirage avec ordre (tirage successif) de p éléments parmi n	Tirage sans ordre (tirage simultané) de p éléments parmi n
Avec remise	n^p	$C_n^p = \frac{n!}{p!(n-p)!} = \frac{A_n^p}{p!} = \binom{n}{p}$
Sans remise	$A_n^p = \frac{n!}{(n-p)!}$	

Binôme de Newton

$$(a + b)^n = \sum_{i=0}^n C_n^i \cdot a^{n-i} \cdot b^i$$

Probabilités

Probabilités d'évènements

$$P(A \cup B) = P(A) + P(B) - P(A \cap B)$$

A et B sont incompatibles :

$$P(A \cup B) = P(A) + P(B)$$

$$P(\bar{A}) = 1 - P(A)$$

$$P(\Omega) = 1$$

$$P(\emptyset) = 0$$

Si $A_1, A_2, \dots, A_n$ forment une partition de A

$$P(A) = \sum_{i=1}^n P(A_i)$$

Equiprobabilité

$$P(A) = \frac{\text{card}(A)}{\text{card}(\Omega)}$$

Probabilités conditionnelles

$$p_A(B) = p(B/A) = \frac{p(B \cap A)}{p(A)}$$

Si $p(A) \neq 0$, A et B indépendants

$$p(B/A) = p(B)$$

$$p(A \cap B) = p(A) \cdot p(B)$$

Théorème de Bayes

$$P(A/B) = \frac{P(B/A) \cdot P(A)}{P(B)}$$

Théorème des probabilités totales

$\{B_1, \dots, B_n\}$ est une partition et $\forall i : P(B_i) \neq 0$

$$P(A) = P(B_1) \times P_{B_1}(A) + \dots + P(B_n) \times P_{B_n}(A)$$

Variable aléatoire

Fonction de répartition

$$F(x) = P(X \leq x)$$

Espérance mathématique

$$E(X) = x_1 p_1 + \dots + x_n p_n = \sum_{i=1}^n p_i x_i$$

Variance

$$V(X) = E((X - E(X))^2)$$

Ecart-type

$$\sigma(X) = \sqrt{V(X)}$$

Propriétés de l'espérance et de la variance

$$E(aX + b) = a \cdot E(X) + b$$

$$E(X + Y) = E(X) + E(Y)$$

$$V(aX + b) = a^2 \cdot V(X)$$

$$\sigma(aX + b) = a \cdot \sigma(X)$$

$$E(X - E(X)) = 0$$

$$V(X + \lambda)$$

$$V(\lambda \cdot X) = \lambda^2 \cdot V(X)$$

Formule de König-Huyghens

$$V(X) = E(X^2) - E^2(X) = \sum_{i=1}^n p_i x_i^2 - E^2(X)$$

Loi binomiale

$$P(X = k) = \binom{n}{k} \cdot p^k q^{n-k}$$

$$E(X) = n \cdot p$$

$$V(X) = n \cdot p \cdot q$$

$$q = 1 - p$$

Variable aléatoire continue

Probabilité d'un événement

$$p(a \leq X \leq b) = \int_a^b f(t) dt$$

Fonction de répartition

$$p(X \leq x) = \int_{-\infty}^x f(t) dt$$

Loi uniforme sur [a ; b]

$$\forall t, f(t) = \begin{cases} \frac{1}{b-a} & \text{si } a \leq t \leq b \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

$$p(X \leq x) = \int_{-\infty}^x f(t) dt = \begin{cases} 0 & \text{si } x < a \\ \frac{x-a}{b-a} & \text{si } a \leq x \leq b \\ 1 & \text{si } x > b \end{cases}$$

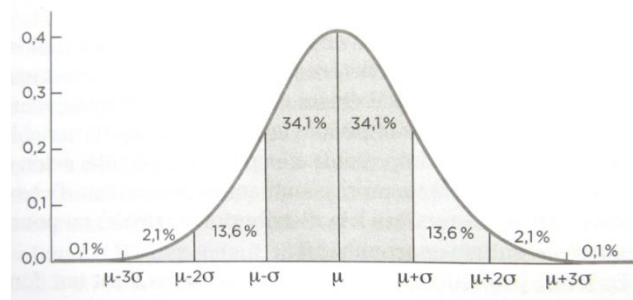
$$E(X) = \frac{a+b}{2}$$

$$V(X) = \frac{(b-a)^2}{12}$$

Loi normale centrée réduite

$$f(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-t^2/2}$$

$$p(X \leq x) = \int_{-\infty}^x \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-t^2/2} dt$$



Algèbre de Boole

Opérations booléennes, théorème de De Morgan

Complémentarité	$a \vee \bar{a} = S$	$a \wedge \bar{a} = \sigma$	$\bar{\sigma} = S$	$\bar{S} = \sigma$
Élément neutre	$a \vee \sigma = a$	$a \vee S = S$	$a \wedge \sigma = \sigma$	$a \wedge S = S$
Distributivité	$a \wedge (b \vee c) = (a \wedge b) \vee (a \wedge c)$		$a \vee (b \wedge c) = (a \vee b) \wedge (a \vee c)$	
Associativité	$a \vee (b \vee c) = (a \vee b) \vee c = a \vee b \vee c$		$a \wedge (b \wedge c) = (a \wedge b) \wedge c = a \wedge b \wedge c$	
Commutativité	$a \vee b = b \vee a$		$a \wedge b = b \wedge a$	

Idempotence	$a \vee a = a$		$a \wedge a = a$	
Involution	$\bar{\bar{a}} = a$			
Absorption	$a \vee (a \wedge b) = a$	$a \vee (\bar{a} \wedge b) = a \vee b$	$a \wedge (a \vee b) = a$	$a \wedge (\bar{a} \vee b) = a \wedge b$
Théorème de De Morgan	$\overline{a \wedge b} = \bar{a} \vee \bar{b}$		$\overline{a \vee b} = \bar{a} \wedge \bar{b}$	
Équivalences	$a \wedge b = a \Leftrightarrow a \leq b$		$a \vee b = b \Leftrightarrow a \leq b$	

Fonctions	Non ou (Nord)	Non et (Nand)	Ou exclusif (Xor)	Non oux
Equations	$S = \bar{a} \vee \bar{b} = \bar{a} \cdot \bar{b}$	$S = a \cdot b = \bar{a} \vee \bar{b}$	$S = a \oplus b = \bar{a} \cdot b + a \cdot \bar{b}$	$S = a \oslash b = \bar{a} \cdot b + a \cdot b$

Statistiques

Indicateurs de position

Moyenne

$$\bar{X} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n X(i)$$

Indicateurs de dispersion

Ecart absolu moyen

$$EAM(X) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |X(i) - \bar{X}|$$

Variance

$$V(X) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (X(i) - \bar{X})^2$$

Ecart-type

$$\sigma(X) = \sqrt{V(X)}$$

Théorème de König-Huygens

$$\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (X(i) - \bar{X})^2 = \left(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X(i)^2 \right) - \bar{X}^2$$

Ecart absolu relatif moyen

$$\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left| \frac{X(i) - \bar{X}}{\bar{X}} \right|$$

Coefficient de variation

$$COV(X) = \frac{\sigma(X)}{|\bar{X}|}$$

Théorèmes limites

Inégalité de Tchebychev

$$P\{|X - E(X)| \geq \varepsilon\} \leq \frac{V(X)}{\varepsilon^2}$$

Loi des grands nombres

Soit (X_n) une suite de variables aléatoires indépendantes de même espérance μ et de même variance σ^2

$$\bar{X}_n = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n}$$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} p(\mu - \varepsilon < \bar{X}_n < \mu + \varepsilon) = 1$$

Théorème central limite

Soit (X_n) une suite de variables aléatoires indépendantes et de même loi, d'espérance μ et variance σ^2 .

$$Z_n = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n - n \cdot \mu}{\sigma \sqrt{n}}$$

converge en loi vers la loi normale centrée réduite $N(0,1)$.

Ajustements

Coefficient de corrélation linéaire

$$r = \frac{cov(X, Y)}{\sigma(X) \cdot \sigma(Y)}$$

Méthode des moindres carrés

$$y = b_1 + b_2 \cdot x$$

$$b_2 = \frac{\sum_{i=1}^n y_i \cdot x_i - n \cdot \bar{y} \cdot \bar{x}}{\sum_{i=1}^n x_i^2 - n \cdot \bar{x}^2}$$

$$b_1 = \bar{y} - b_2 \cdot \bar{x}$$

Coefficient de détermination

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - f(x_i))^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}$$

Alphabet Grec

Minuscule	Usage en maths	Appellation	Majuscule	Usage en maths	Correspondant français
α	***	alpha	A		a
β	***	bêta	B		b
γ	***	gamma	Γ	*	g
δ	***	delta	Δ	***	d
ε	**	epsilon	E		e
ζ	*	zêta	Z		z
η	*	êta	H		e grave, ê
θ	***	thêta	Θ	*	t
ι		iota	I		i
κ		kappa	K		k
λ	***	lambda	Λ	*	l
μ	**	mu	M		m
ν	*	nu	N		n
ξ	*	xi	Ξ		x
$\omicron$		omicron	O		o
π	***	pi	Π	*	p
ρ	*	rhô	P		r
σ	**	sigma	Σ	***	s
τ	*	tau	T		t
υ		upsilon	Y		u
ϕ	**	phi	Φ	*	ph ou f
χ	*	khi	X		ch dur ou q
ψ	*	psi	Ψ	*	ps
ω	***	oméga	Ω	**	o grave, ô

Notations Mathématiques

$\mathbb{N}$: ensemble des nombres entiers naturels $\{0,1,2,3,\dots\}$

$\mathbb{N}^*$: ensemble des nombres entiers strictement positifs $\{1,2,3,\dots\}$

$\mathbb{Z}$: ensemble des nombres entiers relatifs $\{\dots,-3,-2,-1,0,1,2,3,\dots\}$

$\mathbb{Q}$: ensemble des nombres rationnels $\{p/q \text{ avec } p \text{ entier relatif et } q \text{ entier naturel différent de } 0\}$

$\mathbb{R}$: ensemble des nombres réels

$\mathbb{R}^+$: ensemble des nombres réels positifs

$\mathbb{B}$: ensemble des bits $\mathbb{B} = \{0,1\}$

$\in / \notin$ appartient à / n'appartient pas à

$\exists / \nexists$ il existe / il n'existe pas

$\emptyset$: ensemble vide

$\cup$: union de deux ensembles

$\cap$: intersection de deux ensembles

$\mathcal{P}(E)$: ensemble des parties de E

$\forall$: pour tout

F^E : ensemble des applications de E dans F

$\text{card}(E)$: cardinal de E

$n!$: factorielle de n . $n! = 1 \times 2 \times 3 \times \dots \times n$

A_n^p : nombre d'arrangements de p parmi n éléments

C_n^p : nombre de combinaisons de p parmi n éléments

$\sum_{i=1}^n$: somme pour i variant de 1 à n

$\inf(E)$: plus petit élément de l'ensemble ordonné E

$\sup(E)$: plus grand élément de l'ensemble ordonné E

$\bar{A}$: complémentaire de A

$P(B/A)$: probabilité de B sachant A

$\neg$: négation

$\wedge$: connecteur logique et (somme booléenne)

$\vee$: connecteur logique ou (produit booléen)

$\mathcal{F}_n$: ensemble des fonctions booléennes de n variables booléennes

$\Rightarrow$: implication

$\Leftrightarrow$: équivalence

$\forall x P(x)$: la proposition $P(x)$ est vraie quel que soit x

$\exists x P(x)$: il existe au moins un x pour qui la proposition $P(x)$ est vraie

Les 7 grandeurs physiques fondamentales

Grandeur physique	Symbole	Unité Système international	Description
Longueur	l	Mètre (m)	Longueur parcourue dans le vide par la lumière pendant 1/299 792 458 seconde
Masse	m	Kilogramme (kg)	Masse du prototype en platine irridié du Bureau International des Poids et Mesures

Température	T	Kelvin (K)	1/273.16ème de la température thermodynamique du point triple de l'eau
Temps	t	Seconde (s)	Durée de 9 192 631 770 périodes de la radiation correspondant à la transition entre les deux niveaux hyperfins de l'état fondamental de l'atome de césium 133
Intensité de courant électrique	I	Ampère (A)	Intensité qui dans deux conducteurs parallèles rectilignes de longueur infinie de section circulaire négligeable et placés à 1m de distance l'un de l'autre dans le vide produirait entre ces deux conducteurs une force de 2×10^{-7} N
Quantité de matière	n	Mole (mol)	Nombre d'atomes dans 0.012kg de carbone 12, soit 6.02×10^{23} (nombre d'Avogadro)
Intensité lumineuse	Iv	Candela (cd)	Intensité d'une source qui émet un rayonnement de fréquence 540×10^{12} Hz et dont l'intensité est 1/683 W/sr

Conversions usuelles

Température

$$[^{\circ}\text{C}] = [\text{K}] - 273,15$$

$$[\text{K}] = [^{\circ}\text{C}] + 273,15$$

$$T(^{\circ}\text{C}) = (T(^{\circ}\text{F}) - 32)/1,8 \text{ (Fahrenheit } ^{\circ}\text{F)}$$

$$[\text{K}] = ([^{\circ}\text{F}] + 459,67) \cdot 5/9$$

Pression/Contrainte

$$1 \text{ MPa} = 10^6 \text{ Pa} = 1 \text{ N/mm}^2$$

$$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ atmosphère} = 1,013 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ torr} = 133,3 \text{ Pa}$$

Longueur

$$1 \text{ Angström (Å)} = 10^{-10} \text{ m}$$

$$1 \text{ pouce (inch)} = 25.4 \text{ mm}$$

$$1 \text{ mile} = 1.609 \text{ km}$$

$$1 \text{ pied (foot)} = 304.8 \text{ mm}$$

$$1 \text{ yard} = 0,9144 \text{ m}$$

Volume

$$1 \text{ m}^3 = 10^3 \text{ Litre}$$

Force

$$1 \text{ kgf} = 9.81 \text{ N}$$

Facteur d'intensité de contrainte

$$1 \text{ ksi/in} = 1.10 \text{ MPaVm} = 1.10 \text{ MN.m}^{-3/2}$$

Masse

$$1 \text{ livre} = 453.6 \text{ g}$$

Puissance

$$736 \text{ W} = 1 \text{ cv (cheval vapeur)}$$

746 W = 1 hp (horsepower)

Energie/chaleur

1 calorie = 4.18 J ; 1 eV = 1,59.10⁻¹⁹ J (electron volt) ; 1 Wh = 3600 J (Wattheure)

De l'intérêt du calcul littéral

Du risque des approximations successives

Exemple de calcul

Soit un cylindre creux, épaisseur 1/3 pouce, rayon extérieur 1m, longueur 10m. Le cylindre est en acier, masse volumique 7000 kg/m³.

On veut calculer la masse du cylindre.

Exemple de raisonnement :

Épaisseur : 1/3*25,4mm ≈ 8,47mm

Rayon intérieur : $R_i \approx 1 - 8,47 \cdot 10^{-3} \approx 0,992$

Volume : $V \approx 10 \cdot 3,14 \cdot (1^2 - 0,992^2) \approx 0,5004 \text{ m}^3$

Masse : $m \approx 7000 \cdot 0,5004 \approx \mathbf{3502,8 \text{ kg}}$

Valeur réelle : 3708,1 kg



Erreur ≈ 6% !

Alors que faire ?

A NE PAS FAIRE :

- faire les applications numériques intermédiaires et injecter le résultat dans la formule suivante
- Mêler de l'application numérique et du littéral

A FAIRE :

- Nommer toutes les variables (longueur L, épaisseur e ou t.....)
- Réaliser tout le calcul en "littéral" puis réaliser l'application numérique et présenter le résultat final avec un nombre de chiffres significatif cohérent

Si on reprend l'exemple précédent en alcul littéral (avec des symboles !)

$$R_i = R_e - e$$

$$V = L \cdot \pi \cdot (R_e^2 - (R_e - e)^2)$$

$$m = \rho \cdot L \cdot \pi \cdot (R_e^2 - (R_e - e)^2)$$

Autres avantages du raisonnement littéral

- Eviter les approximations successives
- Mettre en évidence la participation de chaque variable au résultat final
- Pouvoir tracer une courbe du résultat en fonction d'une des variables
- Pouvoir refaire le calcul rapidement si une valeur change
- Présenter un raisonnement scientifique dans un rapport, un examen, un devoir maison
- Négliger des termes et modifier les expressions

Exemple précédent :

$$m = \rho \cdot L \cdot \pi \cdot (R_e^2 - (R_e - e)^2) = \rho \cdot L \cdot \pi \cdot (R_e^2 - R_e^2 + 2 \cdot e \cdot R_e - e^2)$$

Si e très inférieure à Re, on peut écrire $m = \rho \cdot L \cdot \pi \cdot (2 \cdot e \cdot R_e)$. Application numérique : **m=3723,8kg**

Conclusion de l'exemple

Approximations successives	3502,8
Valeur littérale avec simplification e très inférieure à Re	3723,8
Valeur réelle	3708,1

Chiffres significatifs

Les chiffres autres que zéro sont toujours significatifs.

Le zéro n'est pas significatif quand il est à gauche des autres chiffres. Il est significatif si placé à droite.

Un entier a un nombre infini de chiffres significatifs

Choix du nombre de chiffres significatifs pour la présentation d'un résultat

Le résultat d'un calcul ne peut être exprimé avec une précision supérieure à celle de la donnée utilisée connue ayant la plus faible précision

- **Addition / soustraction** : le résultat ne peut pas avoir plus de **décimales** que le terme qui en comporte le moins
- **Multiplication / division** : le résultat ne peut pas avoir plus de **chiffres significatifs** que le terme qui en comporte le moins

Choix de la valeur arrondie

- Si le premier chiffre enlevé <5, dernier chiffre inchangé
- Si le premier chiffre enlevé >5 ou =5 suivi de chiffres $\neq 0$, dernier chiffre restant augmenté de 1
- Si le premier chiffre enlevé =5 suivi de zéros, dernier chiffre inchangé s'il est pair, augmenté de 1 si impair