# BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL
# ÉQUIPEMENTS ET INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES

## SESSION 2004

## Épreuve SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

**(Unités : U.11, U.12, U.13)**

**Durée :** 6 heures 45 min. **Coefficient :** 5

**E1**

***Cette épreuve comprend 3 sous-épreuves.***

**Sous-épreuve A1 :** étude d'un système à dominante électrotechnique (durée 4 heures, coefficient 2)

**Sous-épreuve B1 :** mathématiques et sciences physiques (durée 2 heures, coefficient 2)

**Sous-épreuve C1 :** travaux pratiques de sciences physiques (durée 45 min., coefficient 1).

## SOUS-ÉPREUVE B1 (Unité U.12)
## Mathématiques et sciences physiques

**Durée :** 2 heures **Coefficient :** 2

***L'épreuve comprend deux parties obligatoires, indépendantes.***

**Une partie Sciences Physiques**

**Une partie Mathématiques**

**Matériel autorisé :** CALCULATRICE

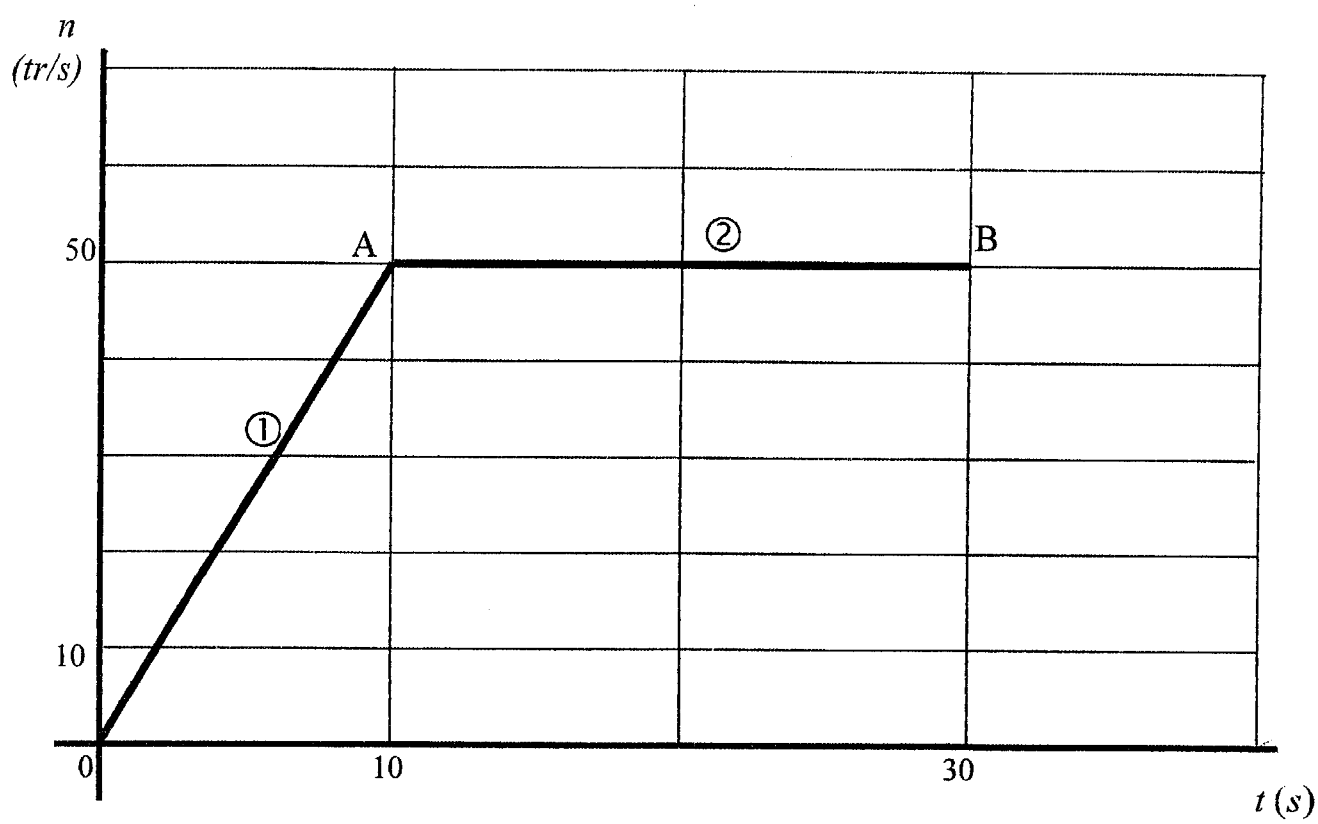
**Circulaire 99.186 du 16 novembre 1999** : "Le matériel autorisé comprend toutes les calculatrices de poche y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante.
Chaque candidat ne peut utiliser qu'une seule machine sur table.
En cas de défaillance, elle pourra cependant être remplacée.
Les échanges de machines entre candidats, la consultation des notices fournies par les constructeurs ainsi que les échanges d'informations par l'intermédiaire des fonctions de transmission des calculatrices **sont interdits**."

**Ce sujet comporte :** 8 pages (dont celle-ci)

SCIENCES PHYSIQUES (5 points)

## EXERCICE 1 (3 points)

La représentation graphique ci-dessous traduit la variation de la fréquence de rotation n en tr/s (tr . $s^{-1}$) du rotor d'un alternateur de centrale en fonction du temps t (s).




**1.** Donner la nature du mouvement.

**1.1.** Pour la phase 1 représentée par [OA] (justifier).

**1.2.** Pour la phase 2 représentée par [AB] (justifier).

**2.** Calculer

**2.1.** La vitesse angulaire $\omega_A$ acquise à la fin de la phase 1.

**2.2.** Le nombre de tours $N_2$ effectués par le rotor pendant la phase 2.

**3.** Calculer le moment d'inertie J du rotor sachant que son diamètre est D = 1,20 m et sa masse m = 4,5 tonnes = 4 500 kg.
On donne $J = \frac{1}{2} m R^2$, où R désigne le rayon du rotor.

**4.** En déduire la valeur de l'énergie cinétique $E_k$ acquise par le rotor à la fin de la phase 1.
(On donne $E_k = \frac{1}{2} J\omega^2$.). Exprimer le résultat en mégajoules.

**EXERCICE 2 (2 points)**

**1.** Dans une cuve à ultrasons, remplie d'eau, un son se propage avec une célérité C = 1 500 m/s. Sa fréquence est f = 20 k Hz.

**1.1.** Calculer sa période T.

**1.2.** Calculer sa longueur d'onde $\lambda$.

**2.** Les ondes traversant la cuve se dispersent ensuite dans l'air. On place un sonomètre à environ 3 m de la cuve. À cet endroit l'intensité sonore est $I = 10^{-5}$ W/m² (W . m⁻²).

**2.1.** Dire quelle grandeur est mesurée par le sonomètre.

**2.2.** Donner l'indication **prévisible** à lire sur le cadran.

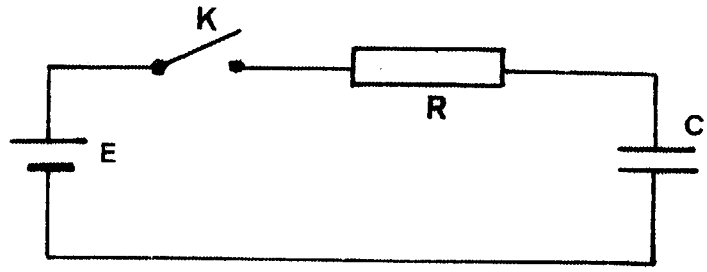
On donne $L = 10 \log \frac{I}{I_0}$ et $I_0 = 10^{-12}\ \mathrm{W/m^2}\ (\mathrm{W\ .\ m^{-2}})$.

# MATHÉMATIQUES

## EXERCICE 1 (10 POINTS)

**L'objectif de cet exercice est d'étudier la réponse d'un circuit RC à un échelon de tension et de calculer l'énergie emmagasinée dans le résistor.**

On considère le circuit électrique suivant :
Le générateur a une force électromotrice E = 20 V.
Le résistor a une résistance $R = 100\ \Omega$.
Le condensateur a une capacité $C = 10^{-3}\,F$.




A l'instant t = 0, on ferme l'interrupteur K : l'intensité $i(t)$, en ampères, du courant qui traverse le circuit pendant la charge du condensateur est donnée par la relation : $i(t) = \frac{E}{R} e^{-\frac{t}{RC}}$ ($t$ en secondes)

### I. Calcul numérique

En utilisant les valeurs de E, R, et C, écrire l'expression de $i(t)$ en fonction de $t$.

### II. Etude d'une fonction

On considère la fonction $i$ définie sur l'intervalle $[0 ; 0{,}5]$ par $i(t) = 0{,}2\, e^{-10t}$.

1. Calculer $i'(t)$ où $i'$ est la dérivée de la fonction $i$.

2. a. Quel est le signe de $e^{-10t}$ sur l'intervalle $[0 ; 0{,}5]$ ?

   b. En déduire le signe de $i'(t)$ sur cet intervalle.

   c. Donner le sens de variation de la fonction $i$ sur cet intervalle.

3. Compléter le tableau de valeurs de la fonction sur l'**ANNEXE 1.**
   Arrondir les valeurs approchées à $10^{-3}$.

4. a. Calculer $i'(0)$

   b. Tracer la droite $D$ d'équation $y = -2t + 0{,}2$ sur l'**ANNEXE 1.**

   c. Que représente la droite $D$ pour la courbe $C$ ? Justifier.

5. Tracer la représentation graphique $C$ de la fonction $i$ sur l'**ANNEXE 1.**

## III. Exploitation

1. Calculer la valeur de l'abscisse $\tau$ du point d'intersection de la droite $D$ et de l'axe des abscisses.

2. L'énergie thermique $W_R$, en joules, emmagasinées par le résistor pendant la charge du condensateur est donnée par : $W_R = \int_0^{0,5} Ri^2(t)\,dt$, c'est à dire ici :

$$W_R = 4\int_0^{0,5} e^{-20t}\,dt.$$

   a. Montrer que la fonction F définie sur $[0;0,5]$ par $F(t) = -0,05\,e^{-20t}$ est une primitive de la fonction $f$ définie sur $[0;0,5]$ par $f(t) = e^{-20t}$.

   b. Montrer que la valeur de $W_R$ arrondie au dixième est égale à 0,2 J.

## <u>EXERCICE 2</u> (5 points)

1. Soit le vecteur $\overrightarrow{AB}$ représenté sur **l'ANNEXE 2.**

   a. Déterminer graphiquement ses coordonnées sachant qu'elles sont entières. Laisser apparents les traits permettant la lecture graphique

   b. Calculer sa norme.

2. On considère le vecteur $\overrightarrow{AC}$ de norme $\left\|\overrightarrow{AC}\right\| = 4$ et tel que $\overrightarrow{AB}\,.\,\overrightarrow{AC} = 26$, où $\overrightarrow{AB}\,.\,\overrightarrow{AC}$ est le produit scalaire des deux vecteurs.

   On note $\alpha$ la mesure, en degré, de l'angle $\widehat{BAC}$.
   Calculer $\cos\alpha$. En déduire la valeur en degré de l'angle $\widehat{BAC}$.

3. Placer le point C et tracer $\overrightarrow{AC}$ dans le repère de l'**ANNEXE 2.**

4. Déterminer graphiquement les coordonnées de $\overrightarrow{AC}$. Laisser apparents les traits permettant la lecture graphique.

**DOCUMENT À RENDRE AVEC LA COPIE**

**ANNEXE 1**

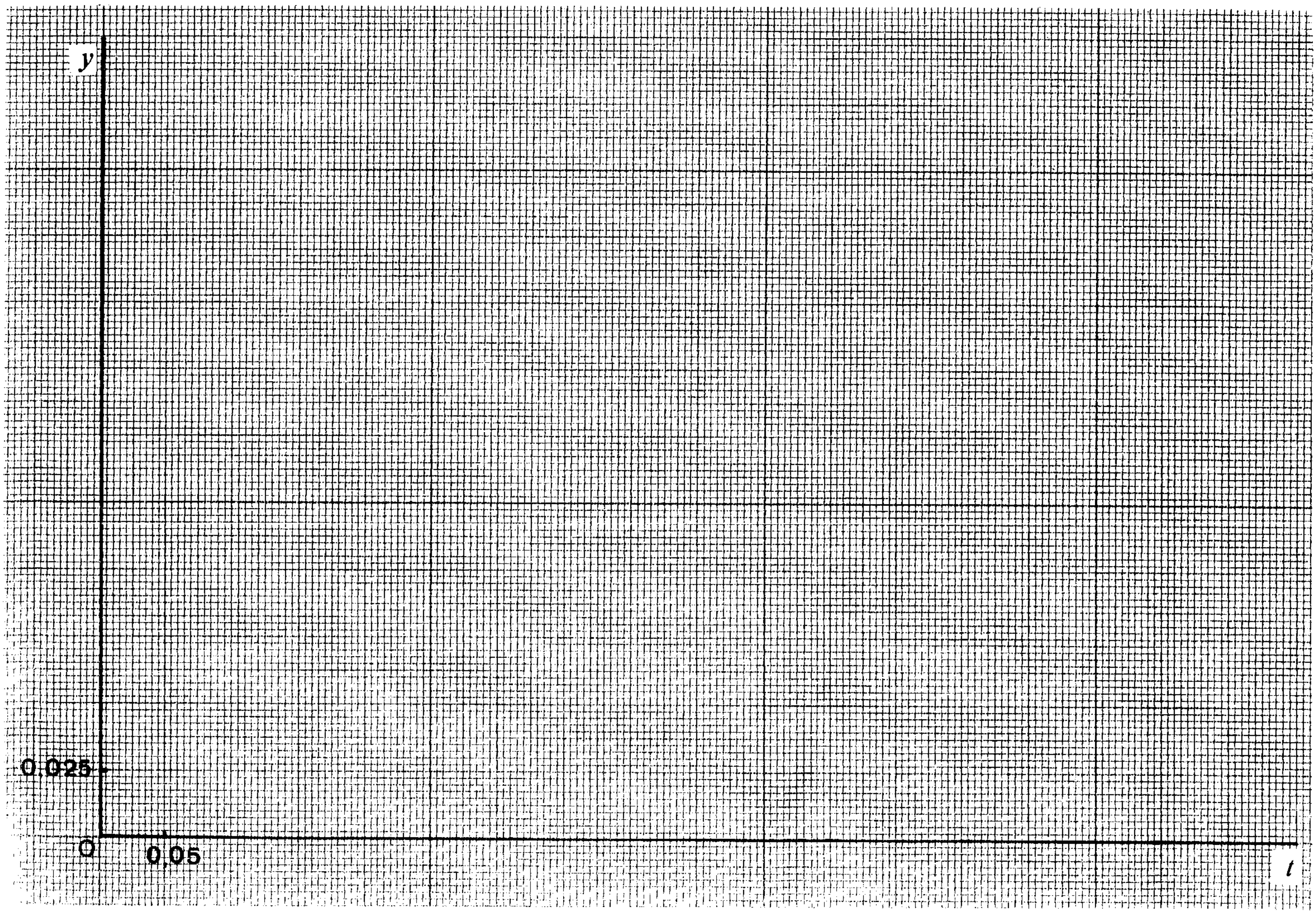
**Tableau de variation**

| | |
|---|---|
| $t$ | |
| Signe $i'(t)$ | |
| Sens de variation de $i$ | |

**Tableau de valeurs**

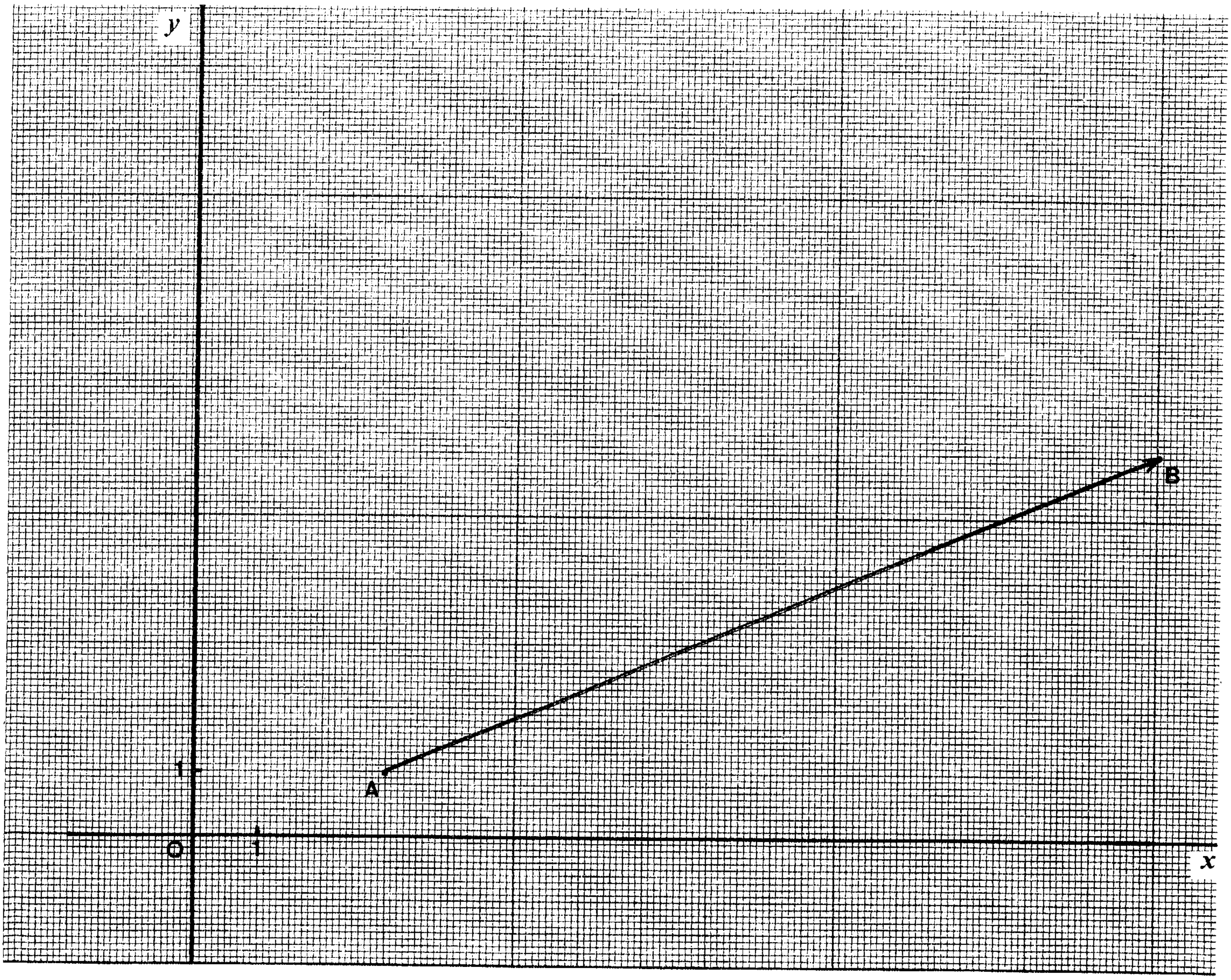
| $t$ | 0 | 0,05 | 0,1 | 0,15 | 0,2 | 0,25 | 0,3 | 0,35 | 0,4 | 0,45 | 0,5 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $i(t)$ | | | | 0,045 | | 0,016 | | 0,006 | | 0,002 | 0,001 |

**Représentation graphique**



DOCUMENT À RENDRE AVEC LA COPIE

ANNEXE 2



# FORMULAIRE DE MATHÉMATIQUES BACCALAUREAT PROFESSIONNEL
**Secteur industriel : Métiers de l'électricité**
(Arrêté du 9 mai 1995 - BO spécial n° 11 du 15 juin 1995

| Fonction f | Dérivée f' |
|---|---|
| $f(x)$ | $f'(x)$ |
| $ax+b$ | $a$ |
| $x^2$ | $2x$ |
| $x^3$ | $3x^2$ |
| $\dfrac{1}{x}$ | $-\dfrac{1}{x^2}$ |
| $\ln x$ | $1/x$ |
| $e^x$ | $e^x$ |
| $e^{ax+b}$ | $a\,e^{ax+b}$ |
| $\sin x$ | $\cos x$ |
| $\cos x$ | $-\sin x$ |
| $\sin(ax+b)$ | $a\cos(ax+b)$ |
| $\cos(ax+b)$ | $-a\sin(ax+b)$ |
| $u(x)+v(x)$ | $u'(x)+v'(x)$ |
| $a\,u(x)$ | $a\,u'(x)$ |
| $u(x)\,v(x)$ | $u'(x)\,v(x)+u(x)\,v'(x)$ |
| $\dfrac{1}{u(x)}$ | $-\dfrac{u'(x)}{[u(x)]^2}$ |
| $\dfrac{u(x)}{v(x)}$ | $\dfrac{u'(x)\,v(x)-u(x)\,v'(x)}{[v(x)]^2}$ |

<u>Equation du second degré</u> $ax^2+bx+c=0$

$\Delta = b^2-4ac$

- Si $\Delta > 0$, deux solutions réelles :

$$x_1 = \frac{-b+\sqrt{\Delta}}{2a} \text{ et } x_2 = \frac{-b-\sqrt{\Delta}}{2a}$$

- Si $\Delta = 0$, une solution réelle double :

$$x_1 = x_2 = -\frac{b}{2a}$$

- Si $\Delta < 0$, aucune solution réelle

Si $\Delta \geq 0$, $ax^2+bx+c = a(x-x_1)(x-x_2)$

<u>Suites arithmétiques</u>

Terme de rang 1 : $u_1$ et raison r

Terme de rang n : $u_n = u_1 + (n-1)r$

Somme des $k$ premiers termes :

$$u_1+u_2+\ldots+u_k = \frac{k(u_1+u_k)}{2}$$

<u>Suites géométriques</u>

Terme de rang 1 : $u_1$ et raison q

Terme de rang n : $u_n = u_1 q^{n-1}$

Somme des $k$ premiers termes :

$$u_1+u_2+\ldots+u_k = u_1\frac{1-q^k}{1-q}$$

<u>Logarithme népérien : ln</u>

$\ln(ab) = \ln a + \ln b$ $\quad \ln(a^n) = n\ln a$

$\ln(a/b) = \ln a - \ln b$

<u>Equations différentielles</u>

$y' - ay = 0$ $\qquad y = k\,e^{ax}$

$y'' + \omega^2 y = 0$ $\qquad y = a\cos\omega x + b\sin\omega x$

<u>Trigonométrie</u>

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

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

$\cos 2a = 2\cos^2 a - 1$

$\quad = 1 - 2\sin^2 a$

$\sin 2a = 2\sin a\cos a$

<u>Nombres complexes</u> ($j^2 = -1$)

| forme algébrique | forme trigonométrique |
|---|---|
| $z = x + jy$ | $z = \rho(\cos\theta + j\sin\theta)$ |
| $\bar{z} = x - jy$ | $\bar{z} = \rho(\cos\theta - j\sin\theta)$ |
| $\lvert z\rvert = \sqrt{x^2+y^2}$ | $\rho = \lvert z\rvert$ |
| | $\theta = \arg(z)$ |

<u>Calcul vectoriel dans le plan</u>

$\vec{v}.\vec{v}' = xx' + yy'$

$\|\vec{v}\| = \sqrt{x^2+y^2}$

Si $\vec{v} \neq \vec{0}$ et $\vec{v}' \neq \vec{0}$ :

$\vec{v}.\vec{v}' = \|\vec{v}\|.\|\vec{v}'\|\cos(\vec{v},\vec{v}')$ ;

$\vec{v}.\vec{v}' = 0$ si et seulement si $\vec{v} \perp \vec{v}'$

<u>Aires dans le plan</u>

Triangle : $\dfrac{1}{2}bc\sin\hat{A}$ Trapèze : $\dfrac{1}{2}(B+b)h$

Disque : $\pi R^2$

<u>Aires et volumes dans l'espace</u>

Cylindre de révolution ou prisme droit d'aire de base B et de hauteur h : Volume : Bh.

Sphère de rayon R :

Aire : $4\pi R^2$ $\qquad$ Volume : $\dfrac{4}{3}\pi R^3$.

Cône de révolution ou pyramide de base B et de hauteur h : Volume : $\dfrac{1}{3}$ Bh.

<u>Calcul intégral</u>

* Relation de Chasles :

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

* $\displaystyle\int_a^b (f+g)(t)dt = \int_a^b f(t)dt + \int_a^b g(t)dt$

* $\displaystyle\int_a^b kf(t)dt = k\int_a^b f(t)dt$