

## Annexe A

# Alphabet grec

minuscule	majuscule	nom	valeur
$\alpha$	A	alpha	a
$\beta$	B	beta	b
$\gamma$	Γ	gamma	g
$\delta$	Δ	delta	d
$\varepsilon$	E	epsilon	e bref
$\zeta$	Z	dzeta	dz
$\eta$	E	eta	e long
$\theta$	Θ	theta	t aspiré
$\iota$	I	iota	i
$\kappa$	K	kappa	k
$\lambda$	Λ	lambda	l
$\mu$	M	mu	m
$\nu$	N	nu	n
$\xi$	Ξ	ksi	ks
o	O	omicron	o bref
$\pi$	Π	pi	p
$\rho$	P	rho	r aspiré
$\sigma$	Σ	sigma	s
$\tau$	T	tau	t
$\upsilon$	Υ	upsilon	u puis i...grec
$\varphi$	Φ	phi	p aspiré puis f
$\chi$	X	khi	k aspiré
$\psi$	Ψ	psi	ps
$\omega$	Ω	omega	o long

Remarques :

- On trouve  $\beta$  en début de mot et quelque chose comme un b cursif français<sup>1</sup> ailleurs.
- On trouve  $\varsigma$  en fin de mot et  $\sigma$  ailleurs.
- $\pi$  s'écrit en cursives  $\varpi$  (pi dorique).
- $\pi = 3,14159\dots$  avec un  $\pi$  comme  $\pi\epsilon\rho\acute{\iota}\mu\epsilon\tau\rho\nu$ .
- «pas un iota» = rien du tout.
- « Je suis l'Alpha et l'Omega» = le début et la fin (Apocalypse de Saint Jean).
- Le delta d'un fleuve a la forme d'un  $\Delta$ .
- Une croix gammée est formée de quatre  $\Gamma$ .

---

<sup>1</sup>Désolé, je ne trouve pas le bon caractère!

## Annexe B

# Constantes

### GRAVITATION :

constante de gravitation universelle :  $G=6,672 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^{-2} \text{ kg}^{-2}$

accélération de la pesanteur : elle dépend du lieu, en moyenne  $g = 9,81 \text{ m s}^{-2}$

### ÉLECTROMAGNÉTISME :

vitesse de la lumière dans le vide :  $c = 2,998 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-2}$  arrondie par commodité à  $3 \cdot 10^8$

$\frac{\mu_0}{4\pi} = 10^{-7} \text{ H m}^{-1}$  par définition de l'Ampère

$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \approx 9 \cdot 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$  car  $\epsilon_0\mu_0c^2 = 1$

### THERMODYNAMIQUE :

constante de BOLTZMANN :  $k_B = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$

nombre d'AVOGADRO :  $\mathcal{N}_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

constante des gaz parfaits :  $R = \mathcal{N}_A \cdot k_B = 8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

constante de PLANCK :  $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$

constante de DIRAC :  $\hbar = \frac{h}{2\pi} = 1,055 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$

### ATOMISTIQUE :

charge de l'électron :  $e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

charge d'une mole d'électrons :  $\mathcal{F} = \mathcal{N}_A e = 96,4 \cdot 10^3 \text{ C}$

masse de l'électron :  $m_e = 0,911 \cdot 10^{-30} \text{ kg}$

masse du proton :  $m_p$  : retenir :  $\frac{m_p}{m_e} = 1836$

masse du neutron :  $m_n$  : retenir que  $m_n \approx m_p$

retenir aussi qu'une mole de protons pèse à peu près un gramme, conséquence de la première définition de la mole.

### **SPECTRE ÉLECTROMAGNÉTIQUE :**

Traditionnellement, on distingue, grosso modo :

les rayons  $\gamma$  en dessous de  $\lambda = 1\text{pm}$

les rayons X de  $\lambda = 1\text{pm}$  à  $\lambda = 10\text{nm}$

l'ultra-violet de  $\lambda = 10\text{nm}$  à  $\lambda = 400\text{nm}$

le visible de  $\lambda = 400\text{nm}$  à  $\lambda = 800\text{nm}$

l'infra-rouge de  $\lambda = 800\text{nm}$  à  $\lambda = 1\text{mm}$

les ondes hertziennes au delà de  $\lambda = 1\text{mm}$

### **SPECTRE VISIBLE :**

Les domaines spectraux des différentes couleurs sont, grosso modo :

violet de  $\lambda = 400\text{nm}$  à  $\lambda = 445\text{nm}$

bleu de  $\lambda = 445\text{nm}$  à  $\lambda = 500\text{nm}$

vert de  $\lambda = 500\text{nm}$  à  $\lambda = 580\text{nm}$

jaune de  $\lambda = 580\text{nm}$  à  $\lambda = 590\text{nm}$

orange de  $\lambda = 590\text{nm}$  à  $\lambda = 620\text{nm}$

rouge de  $\lambda = 620\text{nm}$  à  $\lambda = 800\text{nm}$

On notera la largeur spectrale très grande du rouge et celle très étroite du jaune, ce qui relève non de la physique mais de la biochimie (trois types de cônes dans la rétine).

## Annexe C

# Données astronomiques

### LA TERRE :

période de l'orbite : 365 jours 1/4

durée du jour *sidéral* (repère de FOUCAULT) : 86164 s et non 24 h

rayon : environ 6 400 km

masse : environ  $6 \cdot 10^{24}$  kg soit une masse volumique de  $5,5 \text{ kg.m}^{-3}$

demi-grand axe de l'orbite : environ 150 millions de km (c'est l'unité astronomique ou U.A.)  
soit 23 500 rayons terrestres.

accélération de la pesanteur à Paris :  $9,81 \text{ m.s}^{-2}$

altitude (par rapport au sol) de l'orbite géostationnaire : 36 000 km

### LA LUNE :

période *sidérale* de l'orbite : 27,5 jours (mais lunaison de 29,5 jours entre nouvelles lunes)

rayon : 0,27 rayon terrestre (environ un quart)

distance Terre-Lune : varie entre 55 et 66 rayons terrestres

masse : 0,0123 masse terrestre soit une masse volumique de  $3,3 \text{ kg.m}^{-3}$

### LE SOLEIL :

rayon : 110 rayons terrestres

masse : 333 000 masses terrestres soit une masse volumique de  $1,4 \text{ kg.m}^{-3}$

## AU DELÀ :

Les unités sont, outre l'unité astronomique (ou U.A.) :

l'année-lumière (ou a.l.) :  $3 \cdot 10^8 \cdot 86400 \cdot 365,25 = 0,946 \cdot 10^{16}$  km soit  $63,3 \cdot 10^3$  U.A.

le parsec, distance où une U.A. est vue sous un angle de  $1''$ , soit  $\frac{1 \text{ U.A.}}{\tan(1'')} = 206 \cdot 10^3$  U.A. = 3,26 a.l.

rayon du système solaire : 40 U.A.

étoile la plus proche : Proxima Centauri à 4,2 a.l.

rayon de notre galaxie : 50 000 a.l. (notre soleil excentré à 30 000 a.l. du centre)

*[...] Voie lactée ô sœur lumineuse*

*Des blancs ruisseaux de Chanaan [...]*

*La Chanson du Mal-Aimé*

*Alcools*

APOLLINAIRE

âge estimé de l'Univers : 15 milliards d'années et l'on commence à découvrir des objets à quelques milliards d'années lumière donc jeunes dans l'histoire de l'Univers.

## Annexe D

# Données relatives à l'air, à l'eau, aux métaux.

### L'AIR :

Mélange d'en gros 20% d'oxygène et 80% d'azote, de la vapeur d'eau en quantité variable, du gaz carbonique et de traces de divers autres gaz. L'air se comporte comme un gaz parfait de masse molaire  $M = 29 \cdot 10^{-3} \text{ kg mol}^{-1}$  (On profite de l'occasion pour rappeler que bon nombre d'erreurs dans les applications numériques résultent de la pernicieuse habitude de donner les masses molaires dans une unité non-SI). Dans une large gamme de températures autour de l'ambiante, les chaleurs molaires isochore et isobare et donc leur rapport sont constants et valent respectivement :  $C_{vm} = 5/2 R$ ,  $C_{pm} = 7/2 R$  et  $\gamma = 1,4$ .

Il s'agit d'un mélange binaire (voir cours de chimie) et sa température de liquéfaction s'échelonne entre celle de l'oxygène ( $-182^\circ\text{C}$ ) et celle de l'azote ( $-193^\circ\text{C}$ ).

Aux conditions habituelles de pression et de température (disons  $10^5 \text{ Pa}$  et  $300 \text{ K}$ ), la concentration molaire et la densité particulaire sont :  $c = 40 \text{ mol m}^{-3}$  et  $n = c N_A = 2,4 \cdot 10^{25} \text{ m}^{-3}$  et la masse volumique :  $\rho = c M = 1,2 \text{ kg m}^{-3}$ . Il est important de noter que pour tous les gaz aux conditions ordinaire, la densité particulaire est de l'ordre de  $10^{25} \text{ m}^{-3}$ .

Autres caractéristiques dont il est utile de connaître l'ordre de grandeur :

conductivité thermique :  $\lambda = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ W K}^{-1} \text{ m}^{-1}$  (même ordre de grandeur pour les autres gaz)

viscosité dynamique :  $\eta = 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ Pl}$  (même ordre de grandeur pour les autres gaz)

Les grandeurs suivantes dépendent de la masse volumique donc de la masse molaire et des conditions de pression et de température ; elles dépendent de la nature du gaz et pour l'air aux conditions habituelles valent :

viscosité cinématique :  $\nu = \frac{\eta}{\rho} = 1,5 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2 \text{ s}^{-2}$

vitesse du son :  $v_{\text{son}} = \sqrt{\frac{\gamma R T}{M}} = 340 \text{ m s}^{-1}$

impédance acoustique :  $Z = \rho v_{\text{son}} = 410 \text{ Pa s m}^{-1}$

Se souvenir que si  $T$  est le temps en secondes qui sépare l'instant où l'on voit (presque instantanément) tomber la foudre à une distance  $D$  en kilomètres et celui où l'on entend le tonnerre, on a  $D \approx \frac{T}{3}$

### L'EAU :

A pression ordinaire l'eau gèle à  $0^\circ\text{C}$  avec une chaleur latente de fusion  $L_f = 330 \text{ kJ kg}^{-1}$  et bout à  $100^\circ\text{C}$  avec une chaleur latente de vaporisation  $L_v = 2300 \text{ kJ kg}^{-1}$ ; sa masse molaire est  $M = 18 \cdot 10^{-3} \text{ kg mol}^{-1}$ .

L'eau liquide a les caractéristiques suivantes :

masse volumique :  $\rho = 10^3 \text{ kg m}^{-3}$  (définition historique du kilogramme)

concentration molaire et densité particulaire :  $c = \frac{\rho}{M} = 56 \cdot 10^3 \text{ mol m}^{-3}$  et  $n = c \mathcal{N}_A = 3,3 \cdot 10^{28} \text{ m}^{-3}$

Retenir que pour toutes les phases condensées, la densité particulaire est de l'ordre de  $10^{28} \text{ m}^{-3}$  soit mille fois plus que pour un gaz aux conditions ordinaires.

chaleur massique :  $c = 4,18 \text{ kJ kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$

conductivité thermique :  $\lambda = 1,0 \text{ W K}^{-1} \text{ m}^{-1}$  (100 fois plus que l'air et 400 fois moins que le cuivre)

viscosité dynamique :  $\eta = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ Pl}$  (plus de 50 fois plus que l'air)

viscosité cinématique :  $\nu = \frac{\eta}{\rho} = 1,0 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 \text{ s}^{-2}$  (15 fois *moins* que l'air)

vitesse du son :  $v_{\text{son}} = 1400 \text{ m s}^{-1}$  (même ordre de grandeur que dans l'air)

impédance acoustique :  $Z = \rho v_{\text{son}} = 1,4 \cdot 10^6 \text{ Pa s m}^{-1}$  (entre trois et quatre mille fois plus que l'air)

indice de réfraction dans le visible  $n = 1,33$

### LE CUIVRE ET L'ACIER :

Comme modèle de conducteur : le cuivre.

conductivité thermique :  $\lambda = 400 \text{ W K}^{-1} \text{ m}^{-1}$

conductivité électrique :  $\sigma = 6,3 \cdot 10^7 \text{ S m}^{-1}$

Comme exemple de métal rigide : l'acier, alliage, en proportions variables, de fer, de carbone et d'autres métaux.

masse volumique : autour de  $\rho = 7,8 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$

module d'YOUNG : autour de  $E = 200 \text{ GPa}$  et peut atteindre  $400 \text{ GPa}$

vitesse du son :  $v_{\text{son}} = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$  autour de  $5 \text{ km s}^{-1}$