

# **PROPRIÉTÉS THERMIQUES ET LA CHALEUR**

**PGC-10**

# KEYWORDS

Température, chaleur, énergie thermique.

Thermodynamique.

Variables d'intérêt  $P, V, T$

# TEMPÉRATURE

...pour mesurer le “degré d'échauffement”.

Degré Celsius  $^{\circ}\text{C}$  /

$T_c = 0^{\circ}\text{C}$     congélation d'eau

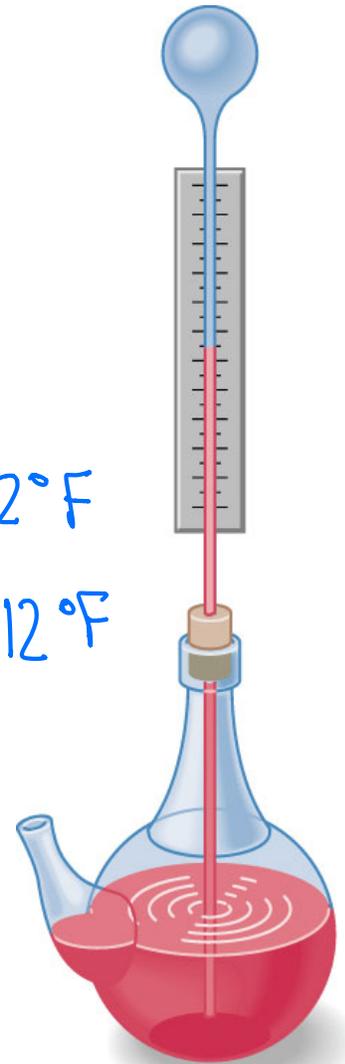
$T_c = 100^{\circ}\text{C}$     ébullition d'eau

$$T_F = 32^{\circ} + \frac{9}{5} T_c$$

$$T(\text{K}) = T(^{\circ}\text{C}) + 273.15 \Rightarrow \text{Temp. en SI}$$

$$T_F = 32^{\circ}\text{F}$$

$$T_F = 212^{\circ}\text{F}$$

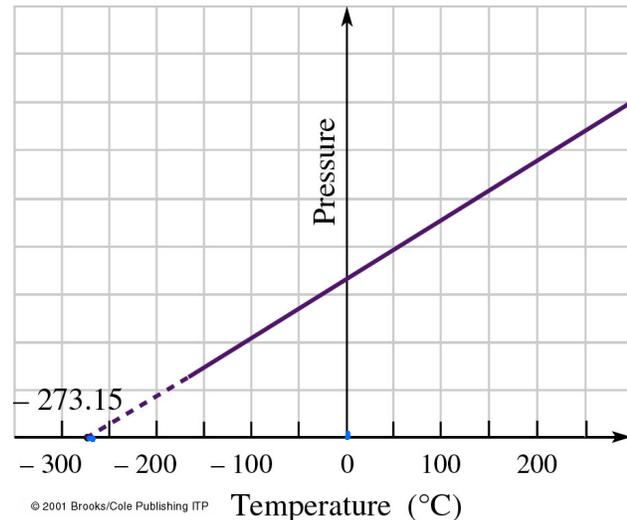


# LA TEMPÉRATURE ABSOLUE ET LE ZERO ABSOLU

$P=0 \Leftrightarrow$  zero absolu  $-273.15\text{ }^{\circ}\text{C}$

$T(\text{K}) = T(^{\circ}\text{C}) + 273.15 \Rightarrow$  Temperature  
ABSOLUE ou  
THERMODYNAMIQUE

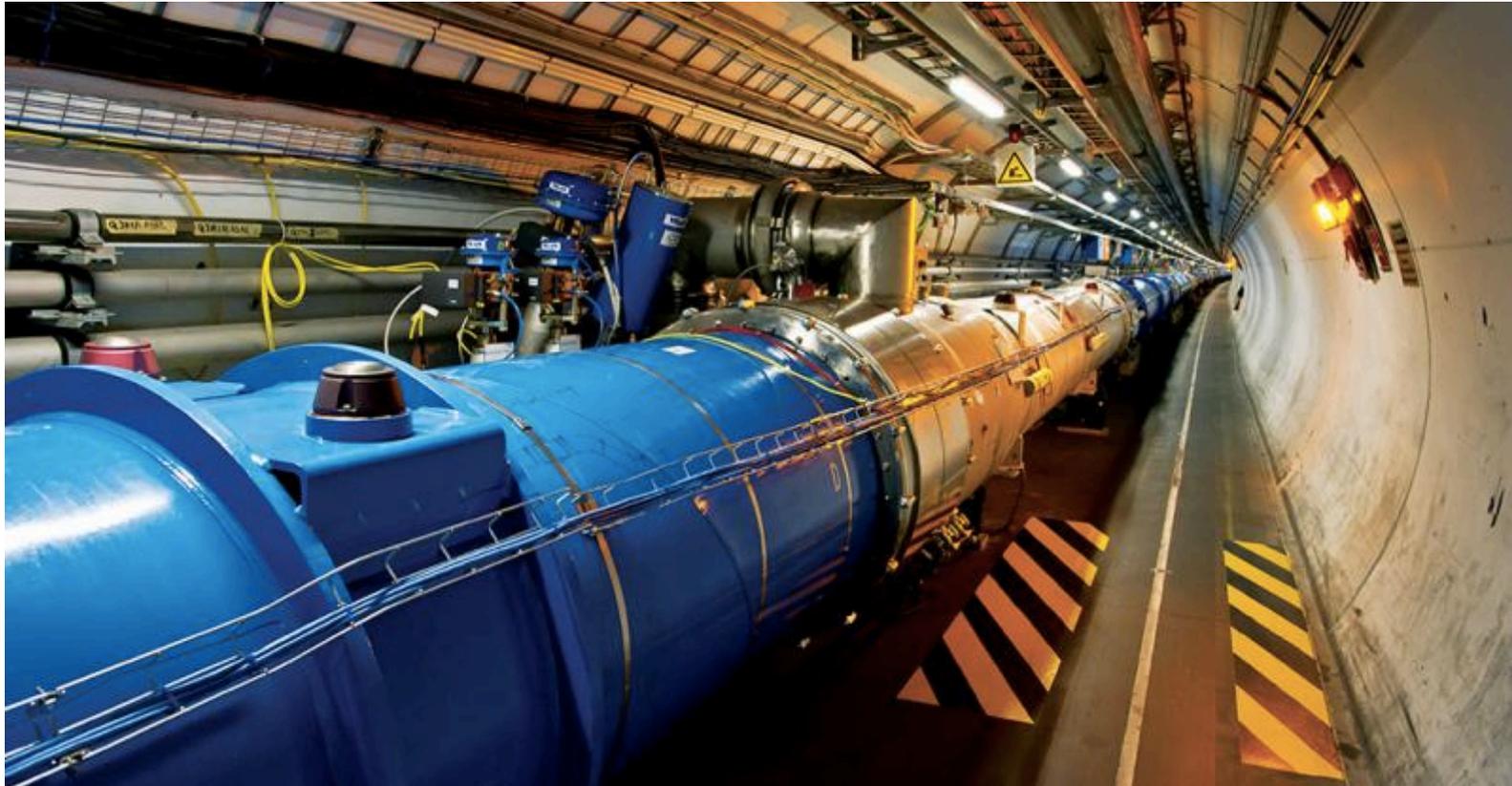
$P:0$        $T:0 \text{ K}$



$$T_M = 2.7 \text{ K}$$

$$T = 1.9 \text{ K}$$

# PRÈS DU ZÉRO ABSOLU



# QUELQUES TEMPERATURES TYPIQUES

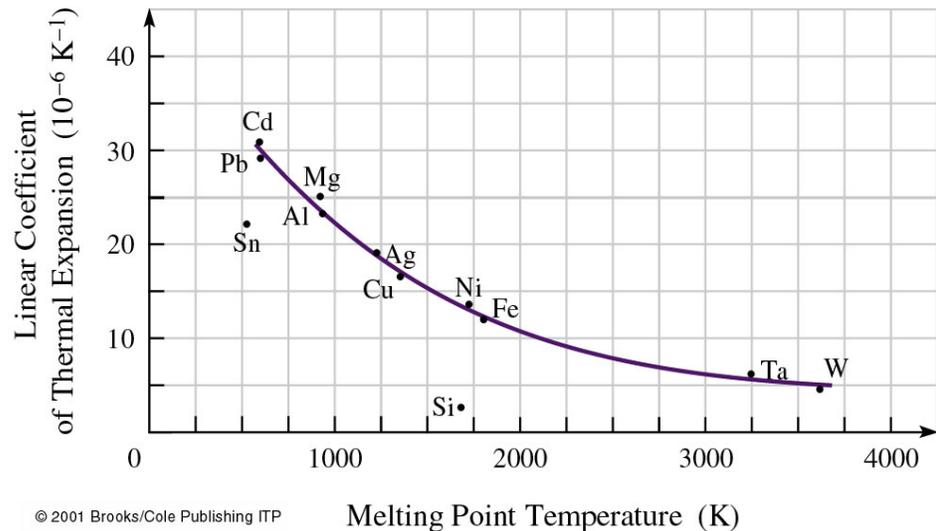
°C	Phénomènes	K
-273,2	zéro absolu	0
-269	Ebullition de l'hélium	4,2
-196	Ebullition de l'azote	77,2
-183	Ebullition de l'oxygène	90,2
-79	Congélation de la neige carbonique	194,2
-39	Congélation du mercure	234,2
0	Congélation de l'eau	273,2
~ 37	Température du corps humain	~ 310
78	Ebullition de l'alcool	351
100	Ebullition de l'eau	373,2
327	Fusion du plomb	600
1063	Fusion de l'or	1336
1000-1400	Fusion du verre	1273-1673
1300-1400	Fusion de l'acier	1573-1673
6000	surface du soleil	6273
$15 \times 10^6$	Intérieur du soleil	$15 \times 10^6$

# DILATATION THERMIQUE (SOLIDES)

Dilatation Lineique  $\Delta L = L_0 a \Delta T \Rightarrow$

$$\frac{\Delta L}{L_0} = a \Delta T$$

$a$ : coefficient de dilatation linéique



# DILATATION THERMIQUE (SOLIDES)



Dilatation volumique

$$\beta \approx 3\alpha$$

$$\Delta V = V_0 \beta \Delta T$$

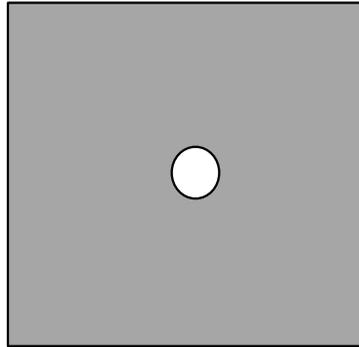
$$\frac{\Delta V}{V_0} = \beta \Delta T$$

Matériau	$\alpha$ (K <sup>-1</sup> )	$\beta$ (K <sup>-1</sup> )	Temp. (°C)
Aluminium	$22.1 \times 10^{-6}$		-23
Aluminium	$23.0 \times 10^{-6}$	$72 \times 10^{-6}$	20
Aluminium	$33.5 \times 10^{-6}$		527
Ciment	$\sim 12 \times 10^{-6}$	$\sim 35 \times 10^{-6}$	20
Acier	$12 \times 10^{-6}$	$36 \times 10^{-6}$	20
Verre (Pyrex)	$3 \times 10^{-6}$	$9 \times 10^{-6}$	20

# QUESTION

Une plaque d'acier a une trou au milieu de diamètre de 2cm.

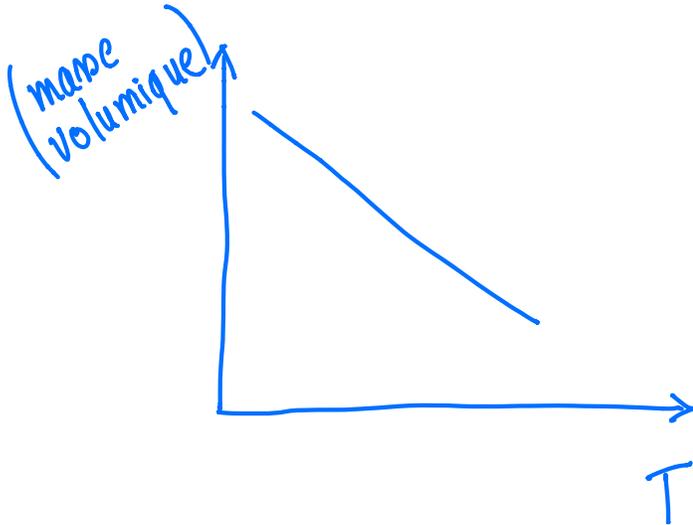
Si on chauffe la plaque, la diamètre du trou augmente ou diminue?



# DILATATION THERMIQUE (LIQUIDES)

Volumique

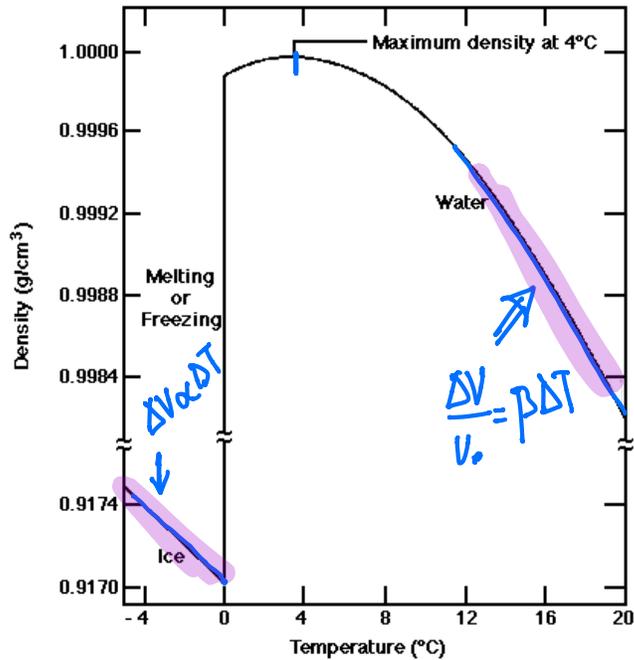
$$\Delta V = V_0 \beta \Delta T \Rightarrow \frac{\Delta V}{V_0} = \beta \Delta T$$



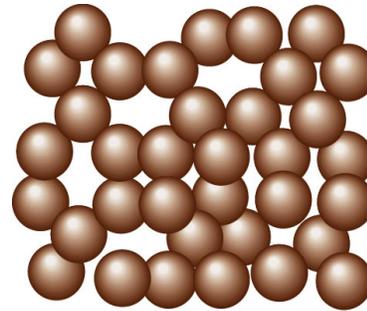
Matériau	$\beta$ ( $\text{K}^{-1}$ )	Temp. ( $^{\circ}\text{C}$ )
Acétone	$1487 \times 10^{-6}$	20
Mercure	$181 \times 10^{-6}$	20
Ether	$1630 \times 10^{-6}$	20
Eau	$207 \times 10^{-6}$	20

# CAS PARTICULIER DE L'EAU

## Anomalie dilatométrique

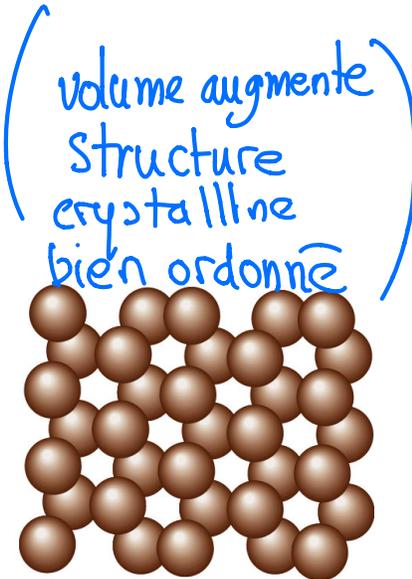


Density of water (and ice) as a function of temperature. Note maximum density of water at 4°C. (Data from Pauling 1953 and Hutchinson 1957: 204.)



Water

(a)



Ice

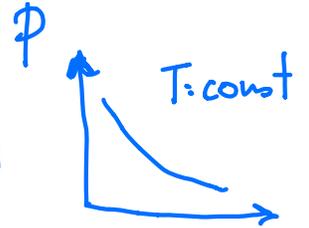
(b)

# ÉQUATIONS D'ÉTAT DES GAZ

$P, V, T$ : Temp. absolue

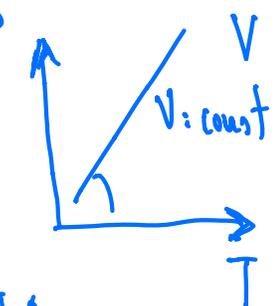
Loi de Boyle-Mariotte

$$PV = \text{const} \quad [T: \text{const}]$$



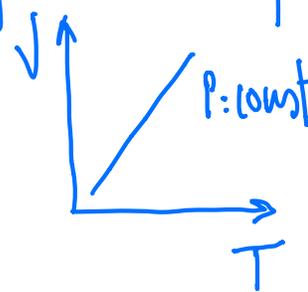
Loi de Gay-Lussac

$$P/T = \text{const} \quad [V: \text{const}]$$



Loi de Charles

$$V/T = \text{const} \quad [P: \text{const}]$$



Combinant les 2:

$$\frac{PV}{T} = \text{const}$$

(Dilatation  $\frac{\Delta V}{\Delta T} = \text{const}$ )

# LOI DES GAZ PARFAITS

$$\frac{PV}{T} = \text{const}$$

$$N = n N_A$$

$$PV = nRT$$

$$PV = N k_B T$$

R: const des gaz

n: # moles

$k_B$ : const Boltzmann

N: # molecules

# QUESTION

Nous avons deux boîtes qui ont le même volume. Un de deux est remplis avec d'hélium. L'autre a la même masse d'azote. On a la même pression dans les deux cas. Quelle est la relation entre les deux températures?

- a)  $T_{\text{He}} > T_{\text{N}}$
- b)  $T_{\text{He}} = T_{\text{N}}$
- c)  $T_{\text{He}} < T_{\text{N}}$

