

XXIV

Physique statistique 1 : la distribution de Boltzmann - application aux systèmes à deux niveaux

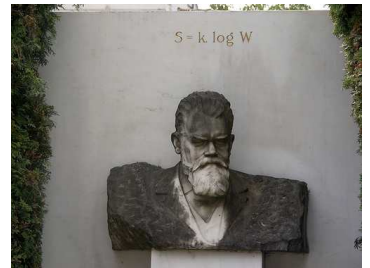


FIGURE XXIV.1 – *Inscription sur la tombe de Ludwig Boltzmann (Cimetière central de Vienne) : expression de l'entropie statistique.*

LUDWIG BOLTZMANN (1844-1906)

PLAN DU CHAPITRE

I	Du microscopique au macroscopique : nécessité d'une théorie statistique	4
I.1	Les trois échelles d'analyse	4
I.2	Nécessité de l'approche statistique : une nouvelle théorie nécessaire	4
II	Eléments de statique des fluides - introduction au facteur de Boltzmann	6

II.1	Expression des forces élémentaires sur un élément de fluide au repos	6
	a - Force de gravité (force à longue distance)	6
	b - Forces de pression (force à courte portée)	6
II.2	Relation de la statique des fluides en champ de pesanteur	7
	a - Etablissement	7
	b - Le cas particulier d'un fluide incompressible en champ de pesanteur	8
II.3	L'atmosphère isotherme	8
	a - Hypothèses du modèle	8
	b - Expression de la pression	9
	c - "Extension" : le facteur de Boltzmann - poids de Boltzmann d'une particule indépendante à l'équilibre thermique	9
	d - Confirmation expérimentale : l'expérience de Jean Perrin	10
III	Distribution des systèmes en équilibre thermique : distribution de Boltzmann	11
III.1	Hypothèses	11
III.2	La distribution de Boltzmann	11
	a - Enoncé	11
	b - Rapport de peuplement de deux niveaux énergétiques	12
IV	Généralités sur les systèmes à spectre discret d'énergie	13
IV.1	Intérêt - cas réels	13
IV.2	Cas d'une particule indépendante	14
	a - Probabilité d'occupation d'un état non dégénéré - fonction de partition	14
	b - Energie moyenne de la particule	14
	c - Ecart quadratique énergétique moyen	15
IV.3	Cas d'un système de N particules indépendantes	16
	a - Energie moyenne dans l'hypothèse d'indépendance	16
	b - Réduction de fluctuation par augmentation de taille du système (À RETENIR !!!)	16
	c - Capacité thermique	18
V	Cas particulier des systèmes à spectre discret d'énergie : les systèmes à deux niveaux non dégénérés	18
V.1	Exemples et intérêt	18
V.2	Etude détaillée du paramagnétisme de Brillouin (pour un atome à 1 électron célibataire)	20
	a - Probabilité de peuplement et fonction de partition	20
	b - Energie moyenne d'un électron paramagnétique	20

c - Capacité thermique	21
d - Moment magnétique moyen - régime et loi de Curie	22
e - Susceptibilité magnétique - loi de Curie	23
f - Lien cause-conséquence : le théorème de fluctuation-dissipation	24
