

Le premier principe de la thermodynamique

Jérémie Genoud

École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), Swiss Plasma Center (SPC), CH-1015
Lausanne, Switzerland

1. Introduction à la thermodynamique
2. Théorie cinétique des gaz
3. Gaz parfaits, gaz réels, gaz de Van der Waals
4. Transitions de phase
5. **Le premier principe**
6. Le second principe
7. Cycles et machines thermiques
8. Diffusion, transfert de chaleur
9. Systèmes ouverts, potentiel chimique
10. Introduction à la relativité restreinte

5. Le premier principe de la thermodynamique

5.1 Sens physique du premier principe

5.2 L'énergie interne U

5.3 Le travail W

5.4 La chaleur Q

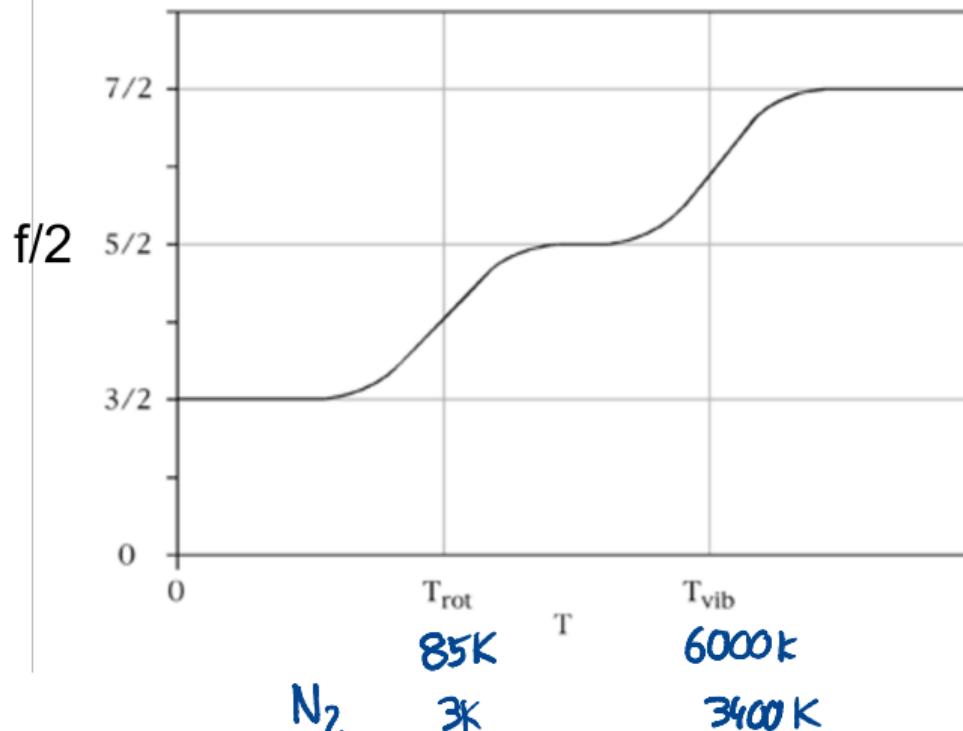
5.5 Enoncé du premier principe

5.6 Applications du premier principe

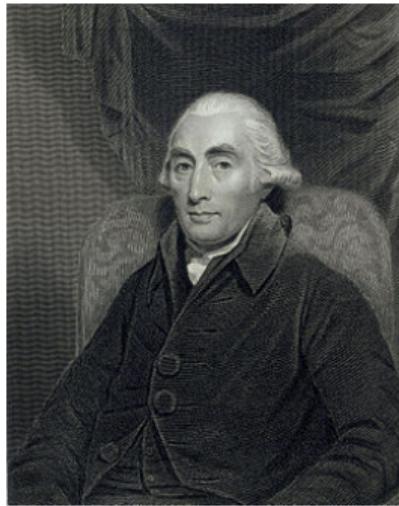
Gel des degrés de liberté

Exemple pour un gaz de H_2

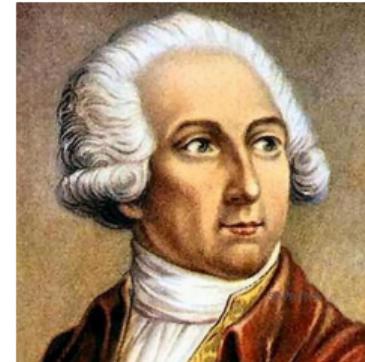
f dépend de T



La théorie du calorique

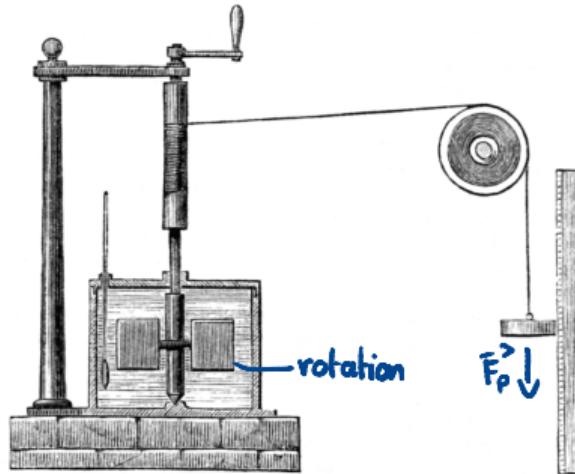


Joseph Black (1728-1799)

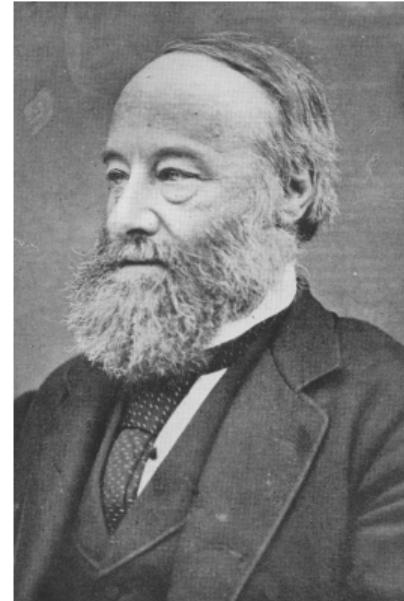


Antoine Lavoisier (1743-1794)

L'expérience de Joule



Expérience de Joule



James Prescott Joule (1818-1889)

Chaleurs spécifiques des gaz

	c_{Vm} (kJ/kg.K)	c_{Pm} (kJ/kg.K)	C_{Vm} (J/mol.K)	C_{Pm} (J/mol.K)	$C_P - C_V$ (J/mol.K)	$\gamma = C_P/C_V$
GP mono-at $f=3$	He	3,38	5,18	12,5	20,8	8,3
	Ne	0,62	1,03	12,47	20,80	8,3
GP diat. $f=5$ liaison rigide	N_2	0,74	1,04	20,7	29,09	8,4
	O_2	0,65	0,91	21,05	29,43	8,4
$f=7$	CO_2	0,64	0,83	28,46	36,96	8,5
	$H_2O(100^\circ C)$	1,46	2,01	25,95	34,32	8,4
Plomb			0,128		26,5	
Cuivre			0,39		24,5	

Chaleurs spécifiques des gaz

$$f=3$$

$$\Rightarrow C_{Pm} = 20,79$$

$$f=5$$

$$C_{Pm} = 29,10$$

$$f=7$$

$$C_{Pm} = 37,41$$

	c_V (kJ/kg.K)	c_P (kJ/kg.K)	C_{Vm} (J/mol.K)	C_{Pm} (J/mol.K)	$C_P - C_V$ (J/mol.K)	$\gamma = C_P/C_V$
He	3,38	5,18	12,5	20,8	8,3	1,67
Ne	0,62	1,03	12,47	20,80	8,3	1,67
N_2	0,74	1,04	20,7	29,09	8,4	1,40
O_2	0,65	0,91	21,05	29,43	8,4	1,40
CO_2	0,64	0,83	28,46	36,96	8,5	1,30
$H_2O(100^\circ C)$	1,46	2,01	25,95	34,32	8,4	1,32
Plomb		0,128		26,5		
Cuivre		0,39		24,5		

$$f=3$$

$$\gamma = \frac{5}{3} = 1,67$$

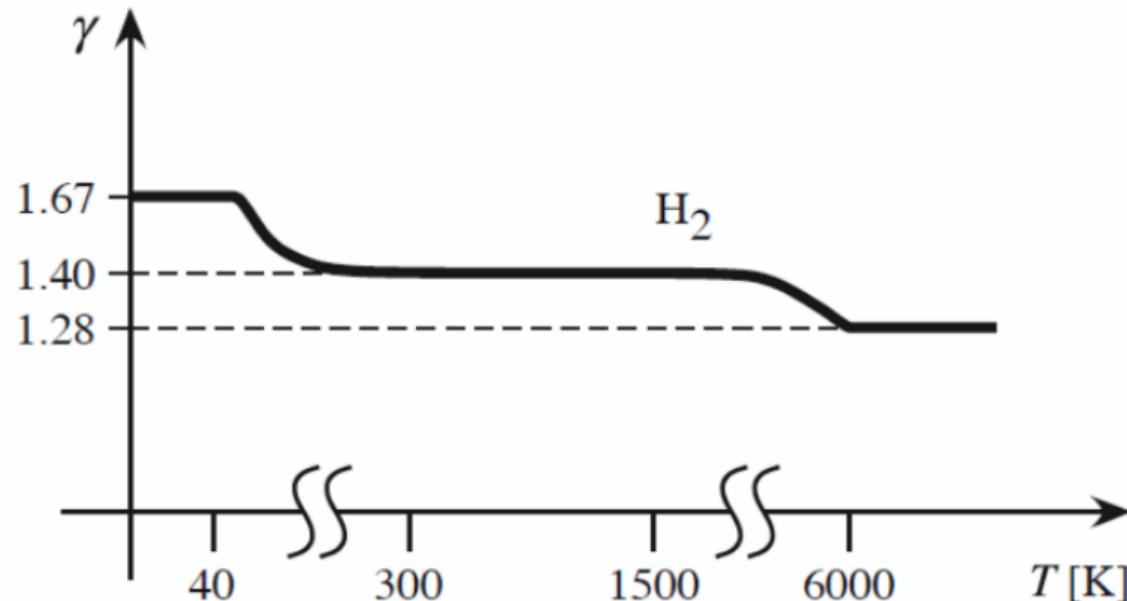
$$f=5$$

$$\gamma = \frac{7}{5} = 1,40$$

$$f=7$$

$$\gamma = \frac{9}{7} = 1,29$$

Gel des degrés de liberté



Chaleur latente de transformation

Substance	$L_{\text{fusion}} [\text{kJ kg}^{-1}]$	$T_{\text{fusion}} [\text{°C}]$	$L_{\text{vaporisation}} [\text{kJ kg}^{-1}]$	$T_{\text{vaporisation}} [\text{°C}]$
H_2O	334	0	2265	100
H_2	57.8	-259	452	-253
N_2	25.7	-210	200	-196
Hg	11.3	-39	272	357
Cu	205	1083	4774	2595