

Física 2 – Ciências Moleculares



Caetano R. Miranda **AULA 24 – 02/06/2025**

crmiranda@usp.br



Com a alteração cronograma:

CRONOGRAMA TENTATIVO - FÍSICA II - CCM					
DATA	aula nº	Segundas (16h - 18h)	aula nº	Quartas (09h - 12h)	DATA
24/2	1	Apresentação do curso	2	Projeto - Definição	26/2
3/3	Feriado	Carnaval	Feriado	Carnaval	5/3
10/3	3	Revisão matemática	4	Projeto - Ideação	12/3
17/3	5	DEMO 1 - Pressão	6	Estática dos Fluidos	19/3
24/3	7	DEMO 2 - Hidrodinamica	8	Hidrodinâmica	26/3
31/3	9	DEMO 3 - Hidrodinamica II	10	Hidrodinâmica	2/4
7/4	11	Revisão - P1	12	PROVA 1	9/4 ENTREGA 1
14/4	Feriado	Semana Santa	Feriado	Semana Santa	16/4
21/4	Feriado	Tiradentes	13	Oscilações I	23/4
28/4	14	DEMO 4 - Corda vibrante / Molas / Ondulatória	15	Oscilações II	30/4
5/5	16	Ondas	17	Ondas	7/5
12/5	18	DEMO 5 - Barulhinho bom	19	Som	14/5
19/5	20	DEMO 6 - Fenômenos Térmicos e Gases	21	Revisão - P2	21/5 ENTREGA 2
26/5	22	DEMO 7 - Máquinas térmicas	23	PROVA 2	28/5
2/6	24	Primeira Lei e Gases	25	Segunda Lei	4/6
9/6	26	Projeto	27	Projeto	11/6
16/6	Feriado	Corpus Christi	Feriado	Corpus Christi	18/6
23/6	28	DEMO 8 - Cinética & Mecânica Estatística	29	Cinética dos Gases e Mecânica Estatística	25/6 ENTREGA 3
30/6	30	Apresentações	31	PROVA SUB / VISTA	2/7

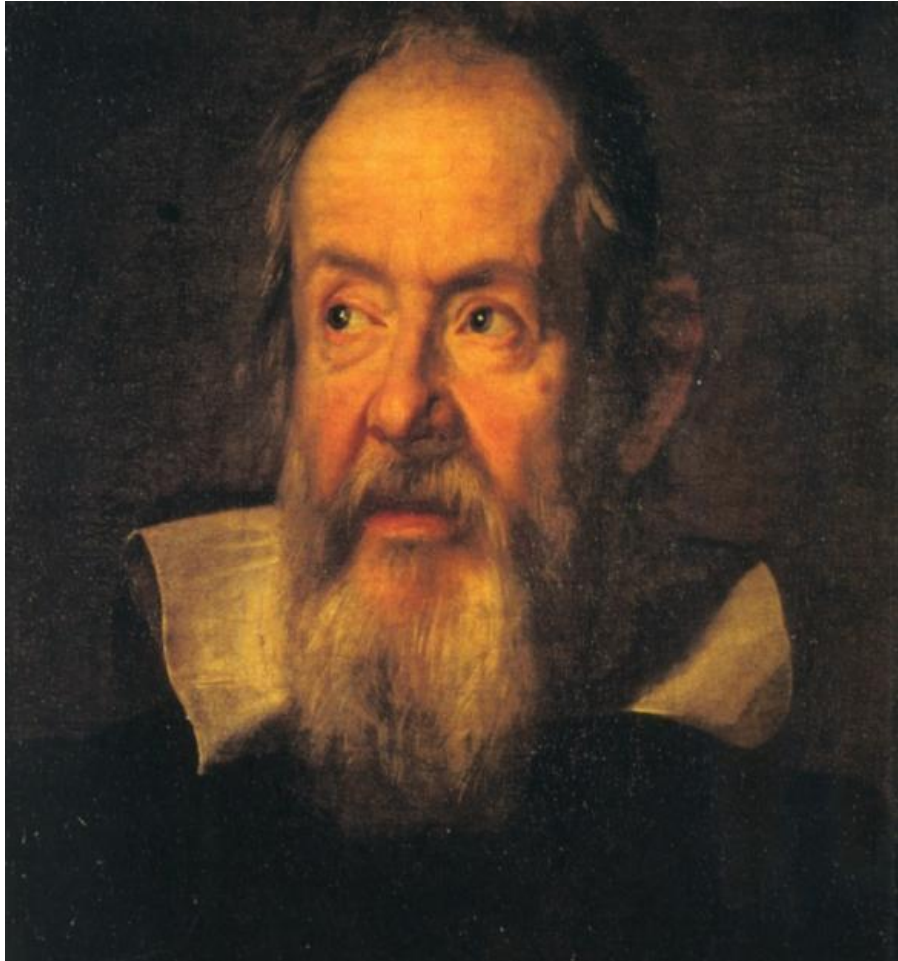
CICLO I – EXPERIMENTOS DE TERMO

Termodinâmica

PROBLEMA I. 2

Ordines ab extre- mo ad ex- tremum. Numerus numerans.	Ordines a temperie media. Et Numeri Numerati.	Tertiarū partium numeri d mediocri- tate, seu Numeri numerati.	Tertiarū partium numerus ab extre- mo, siue Numerus numerans.	Celestes gradus, tertijis or- dinum par- tibus con- gruentes.	Gradas celestes, medijs or- dinibus re- sponden- tes.	
140	9	4	12	27	90	90
130			11	26	86½	
120			10	25	83½	
110	8	3	9	24	80	80
100			8	23	76½	
90			7	22	73½	
80	7	2	6	21	70	70
70			5	20	66½	
60			4	19	63½	
50	6	1	3	18	60	60
40			2	17	56½	
30			1	16	53½	
20	5	0	0	15	50	50
10			0	14	46½	
0		0	0	13	43½	
	4		1	12	40	40
			2	11	36½	
		1	3	10	33½	
	3		4	9	30	30
			5	8	26½	
		2	6	7	23½	
	2		7	6	20	20
			8	5	16½	
		3	9	4	13½	
	1		10	3	10	10
			11	2	6½	

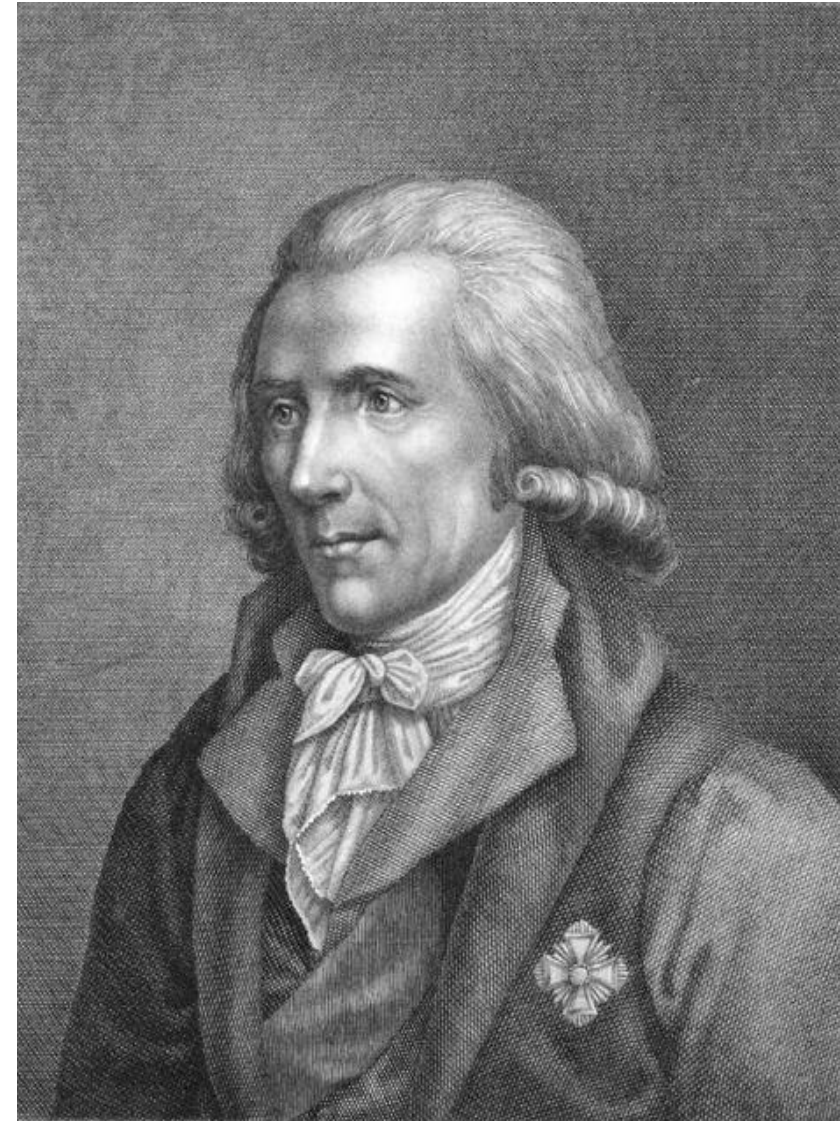
C.H. 15
F. S. C. 11



Natureza do Calor



Lavoisier –Teoria Calórica
“Marie-Anne Pierrette Paulze”



Benjamim Thompson, conde Rumford:
Calor é uma forma de energia

Termodinâmica

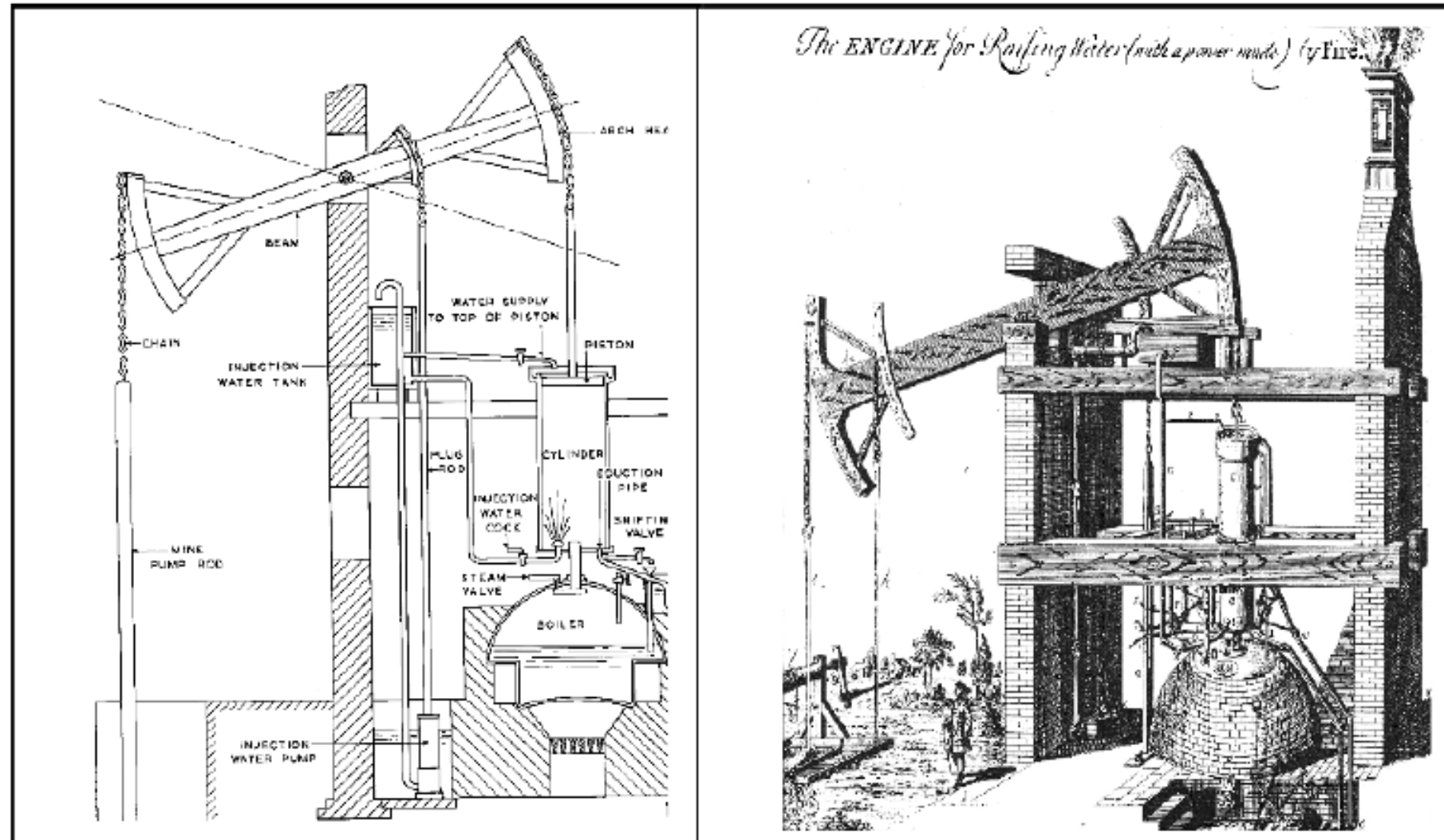


Fig. 3.1. The Newcomen engine

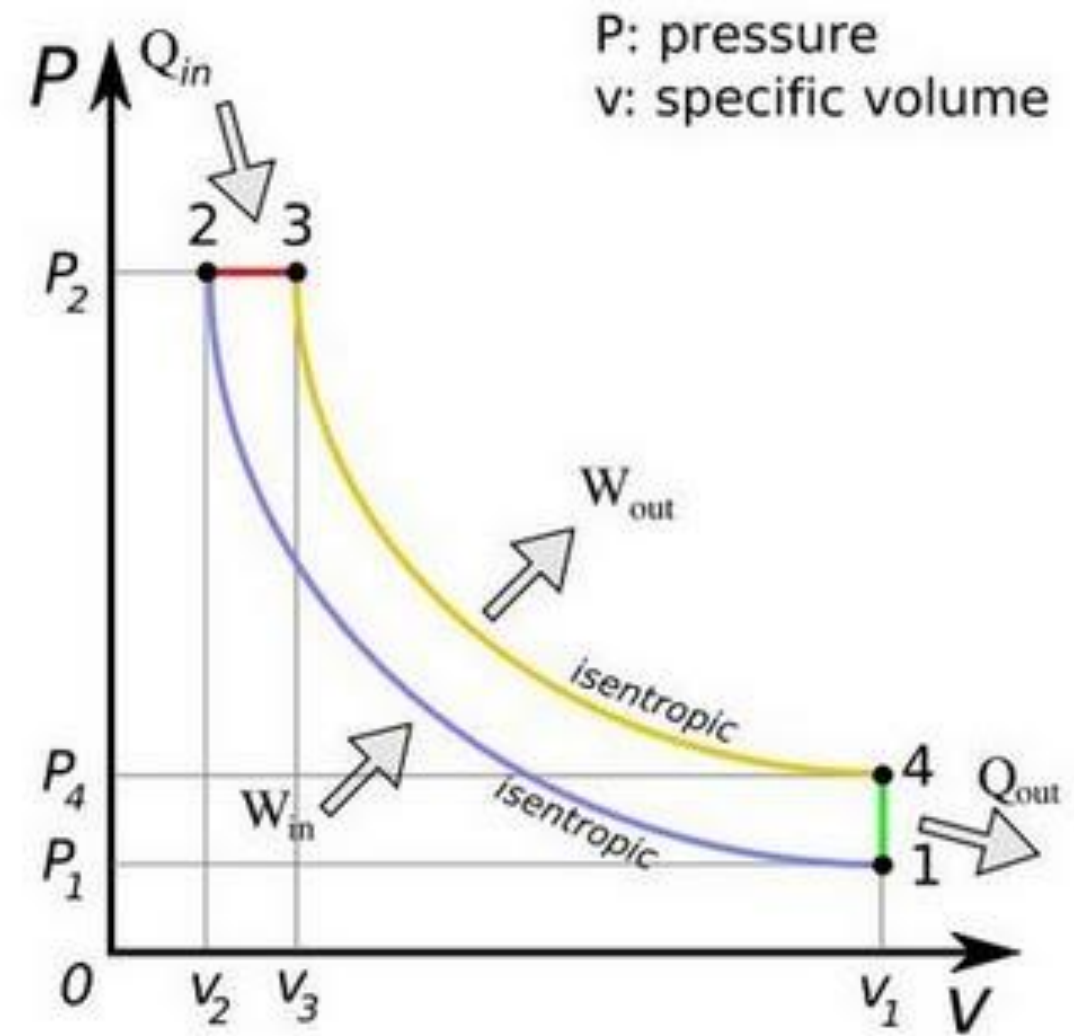
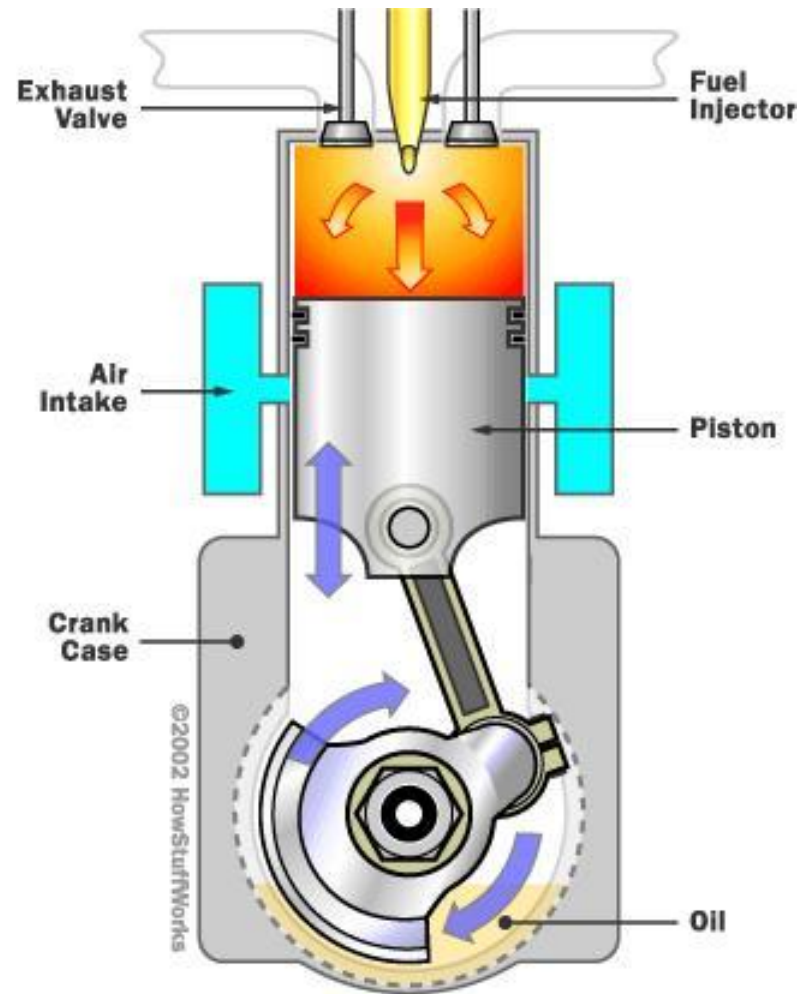
Science Museum - James Watt workshop



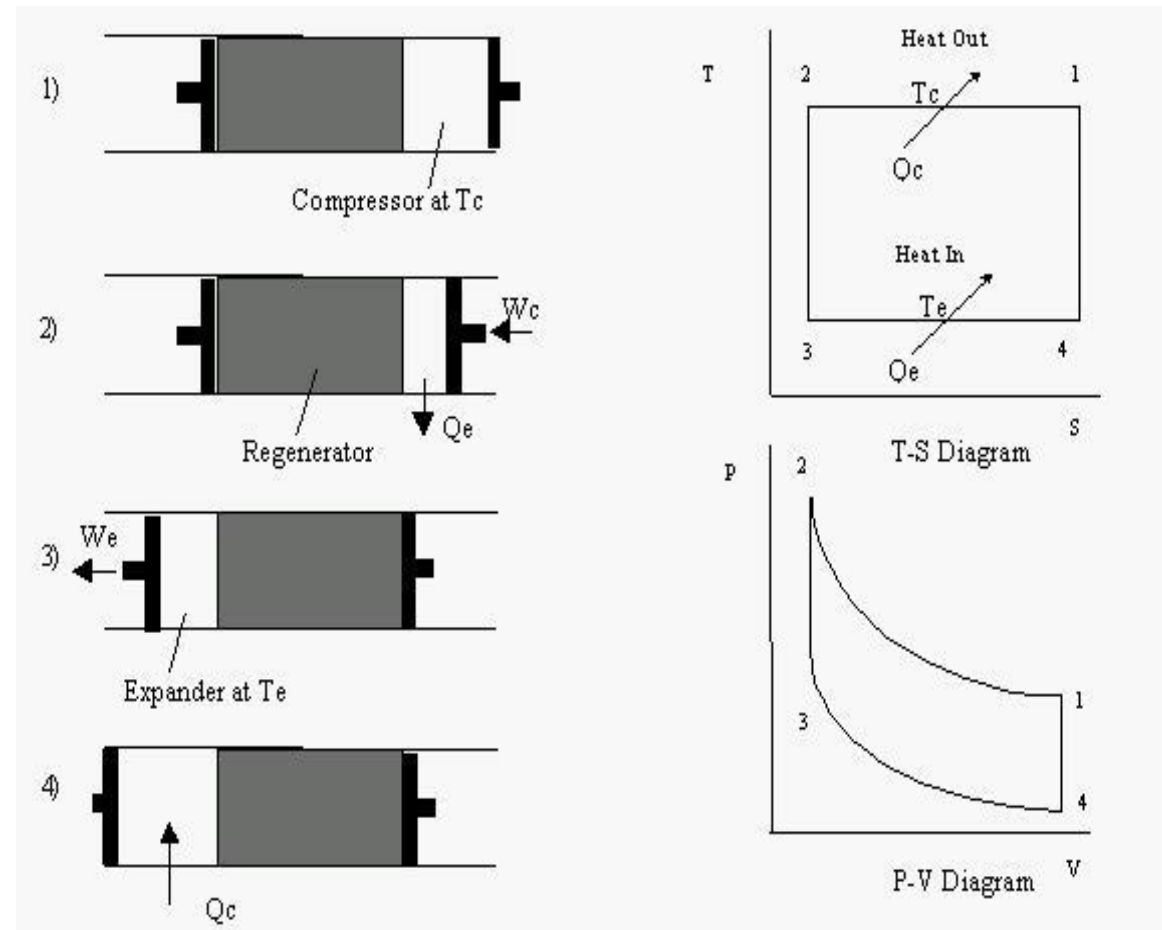
Qual a direção do tempo ?



Motores



Refrigeradores



Fen. Mecânicos vs Térmicos vs Eletromag

Mecânica e Eletromagnetismo: poucos objetos (ou campos) cuja as posições (amplitudes) podem ser calculadas exatamente pelas equações de Newton (Maxwell).

Funciona bem para sistemas simples, mas se torna impossível para grandes sistemas de partículas interagentes.

10^{23} equações diferenciais para descrever o movimento das partículas em 1cm^3 !!!

Sacrificar o conhecimento exato das trajetórias microscópicas e descrever o sistema macroscópico a partir de parâmetros macroscópicos .

Quantidades físicas bem definidas e diretamente mensuráveis

Fenômenos térmicos

Termodinâmica fornece uma estrutura para relacionar propriedades macroscópicas de um sistema em relação a outro.

Tipos de problemas abordados em Termodinâmica:

- Como um refrigerador funciona ? Qual sua eficiência máxima ? Qual a quantidade de energia necessária para transformar um litro de água em vapor ?
-

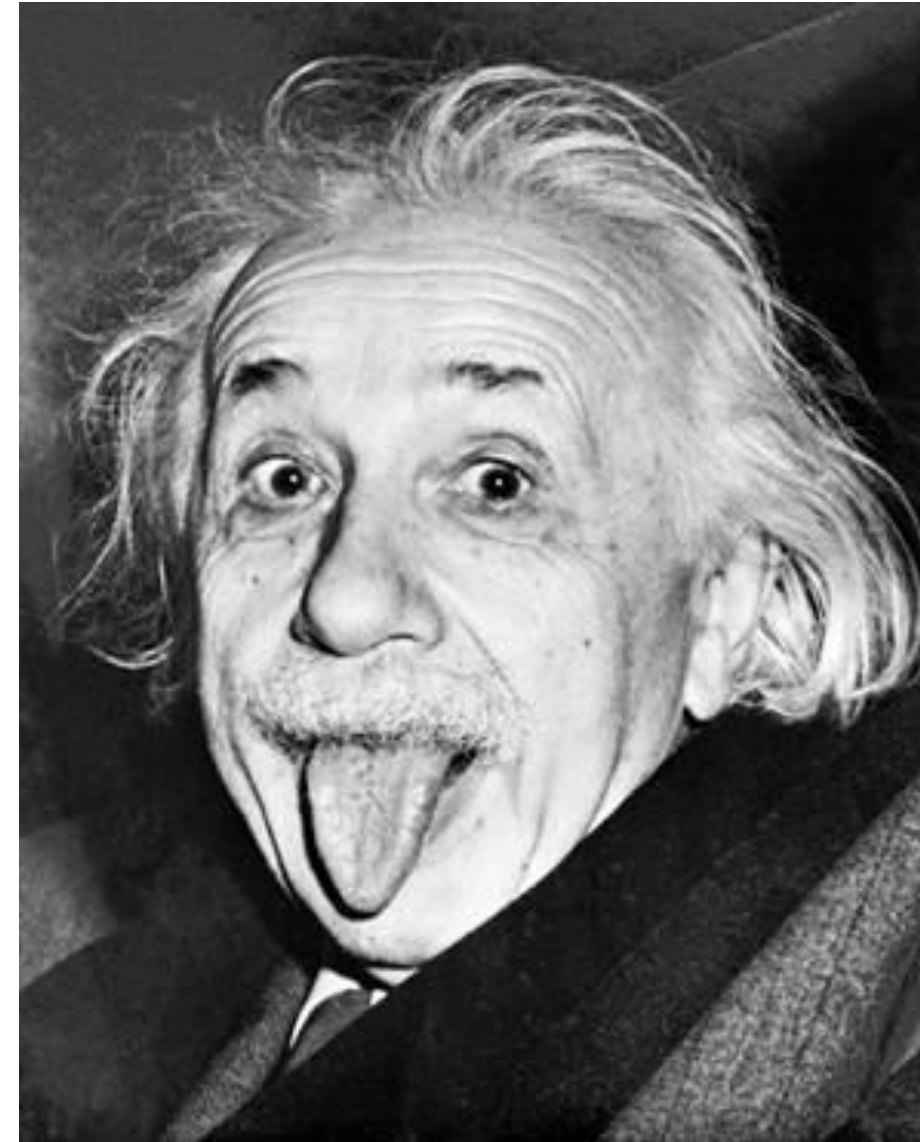
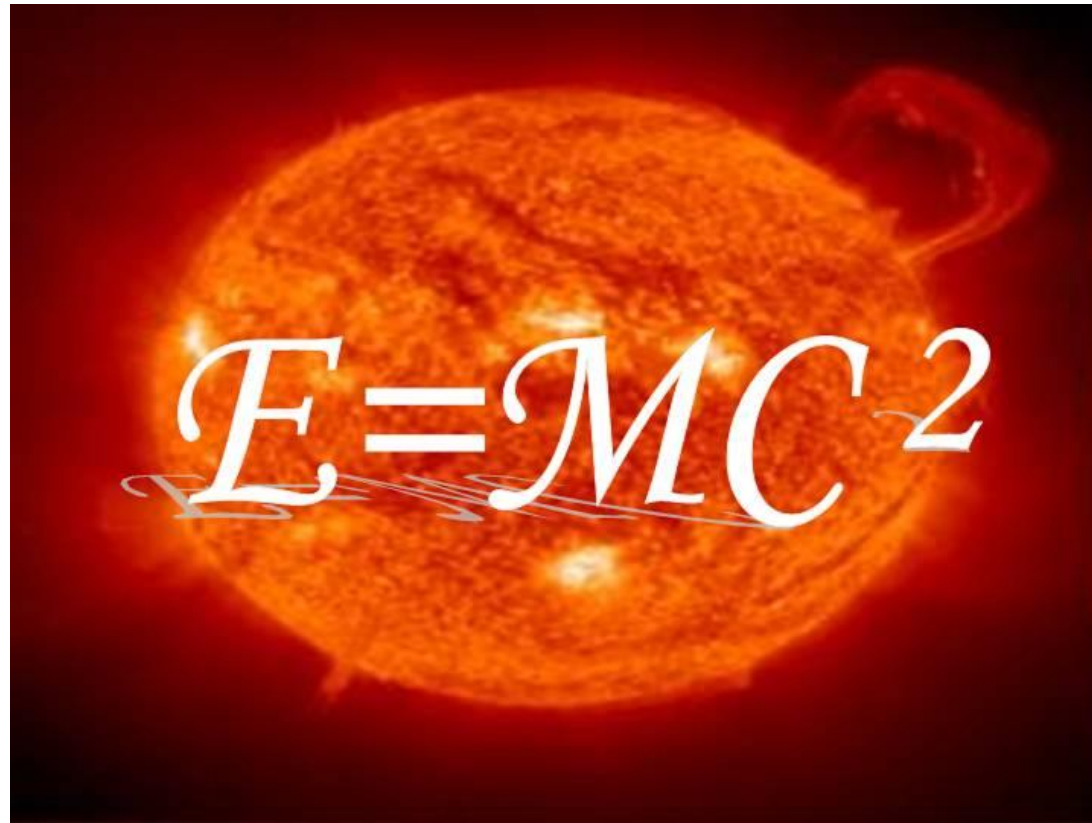
Fenômenos térmicos

- **Mecânica Estatística** é a ponte entre o mundo microscópico e macroscópico.
- Faz a ligação entre as leis da termodinâmica ao comportamento estatístico das moléculas.

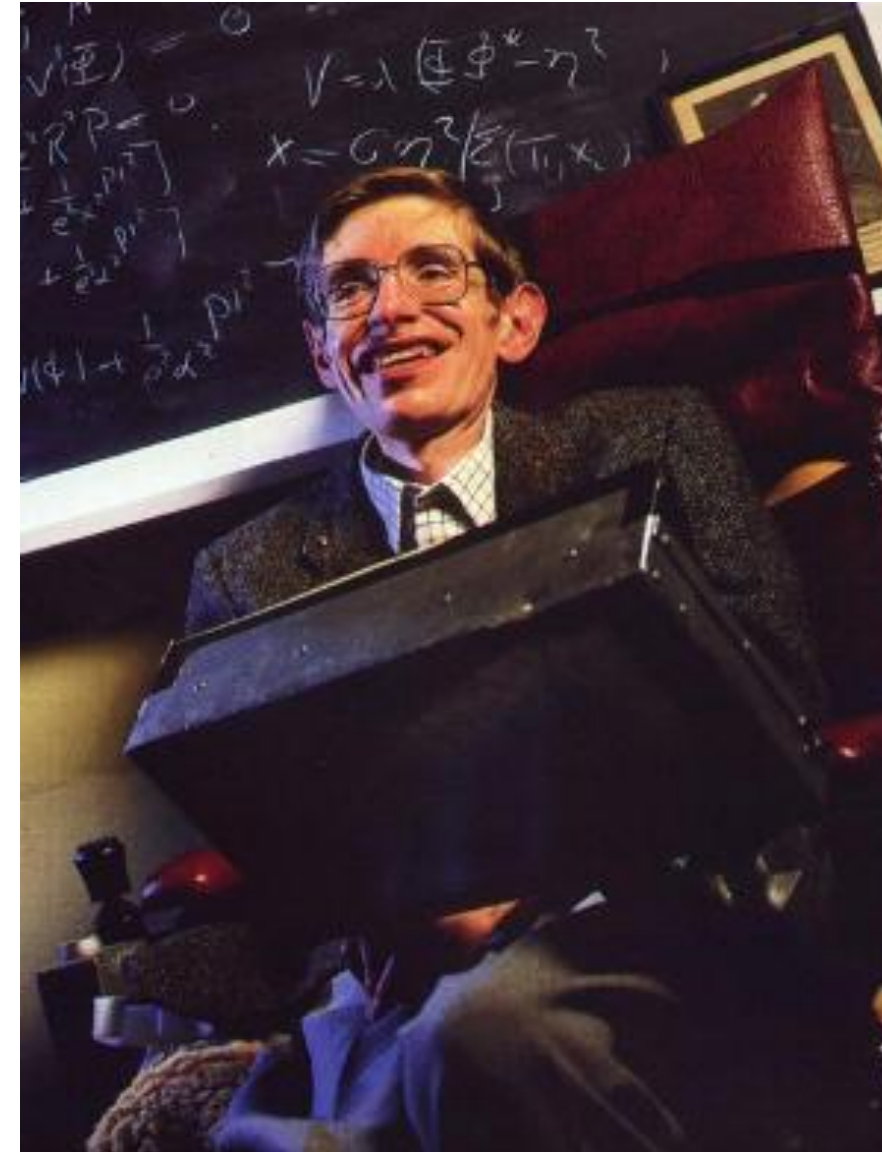
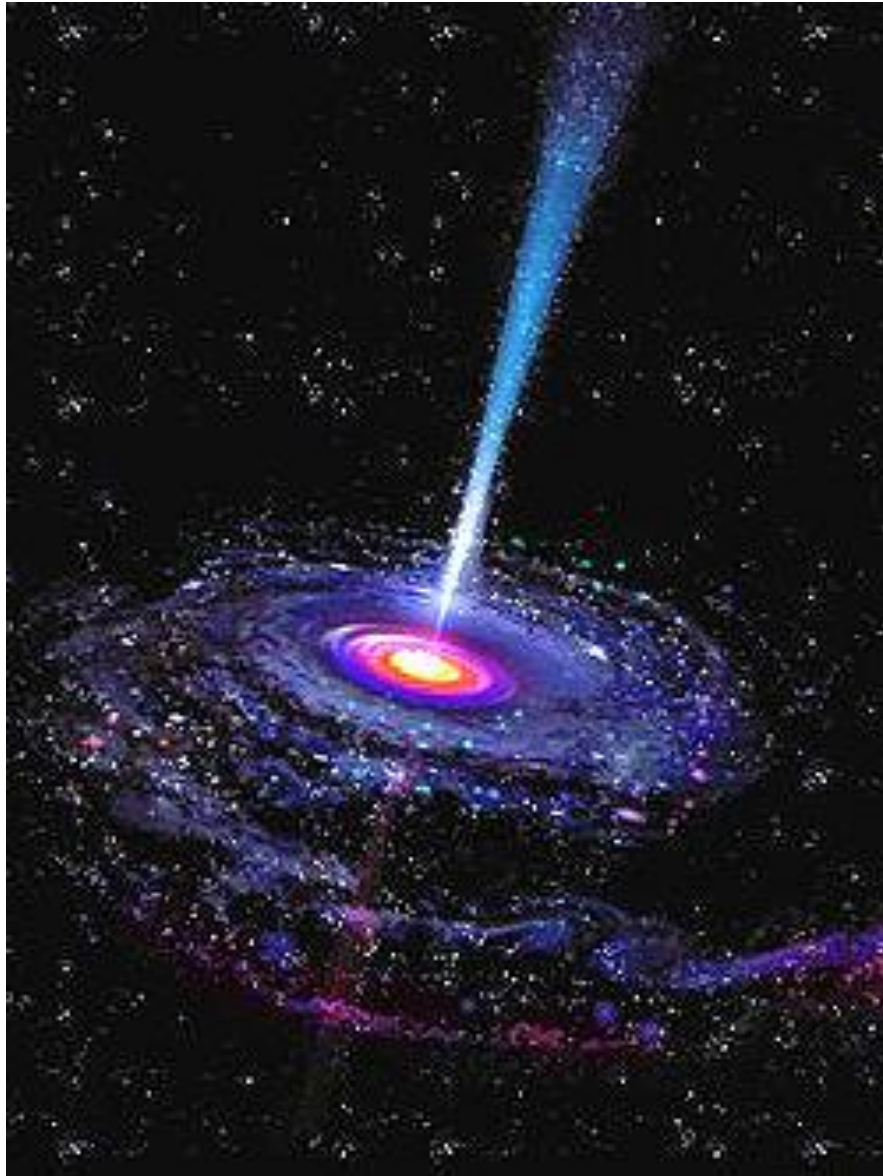
Tipos de problemas abordados em Mecânica Estatística:

- Por que as propriedades da água líquida são diferentes do vapor, mesmo que são constituídos pelo mesmo tipo de moléculas ?
 - Por que o ferro perde suas propriedades magnéticas em uma certa temperatura ?
-

Fenômenos térmicos



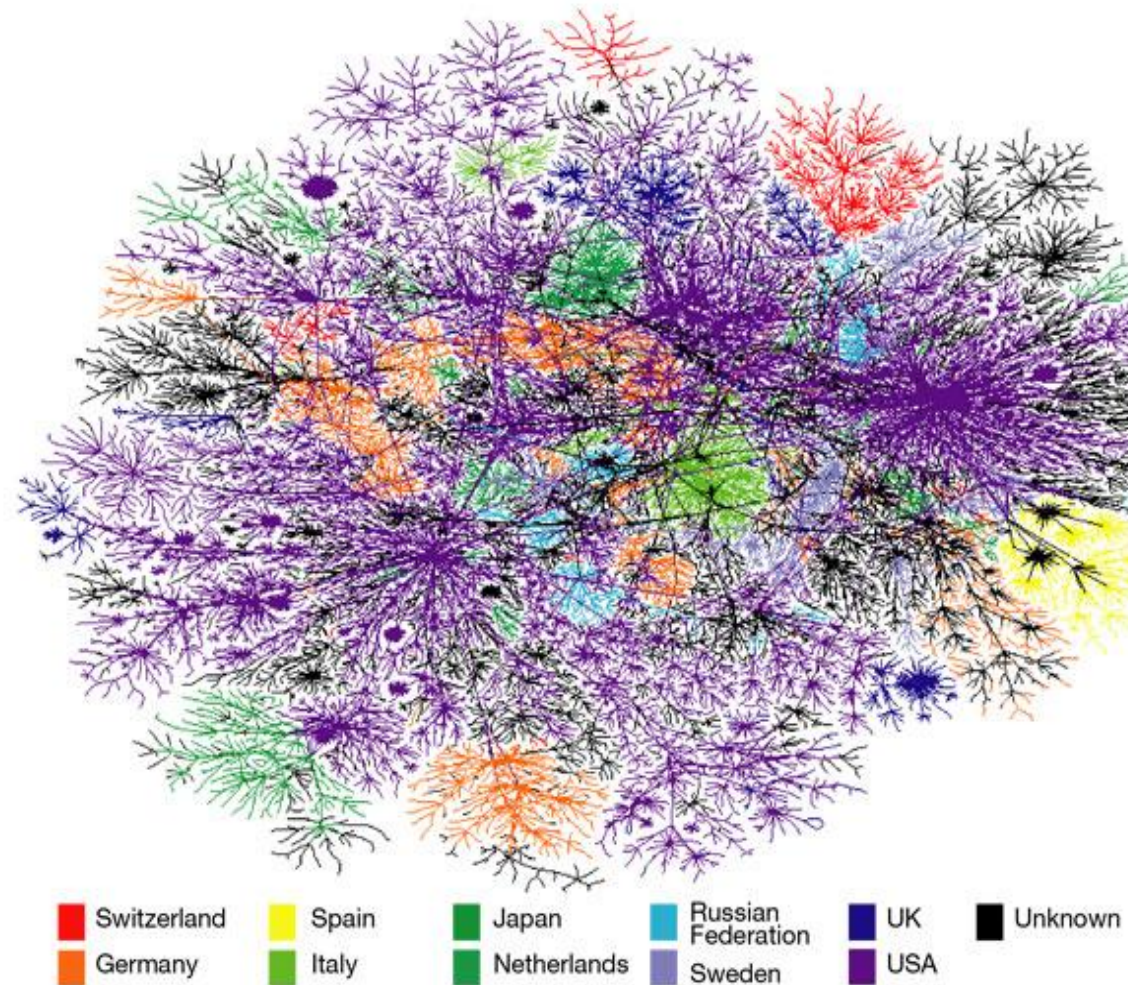
Fenômenos térmicos



Fenômenos térmicos



Albert-László Barabási
(Northeastern University)



How robust is the Internet?
Nature 406, 353-354(27 July 2000)
doi:10.1038/35019222

Fenômenos térmicos

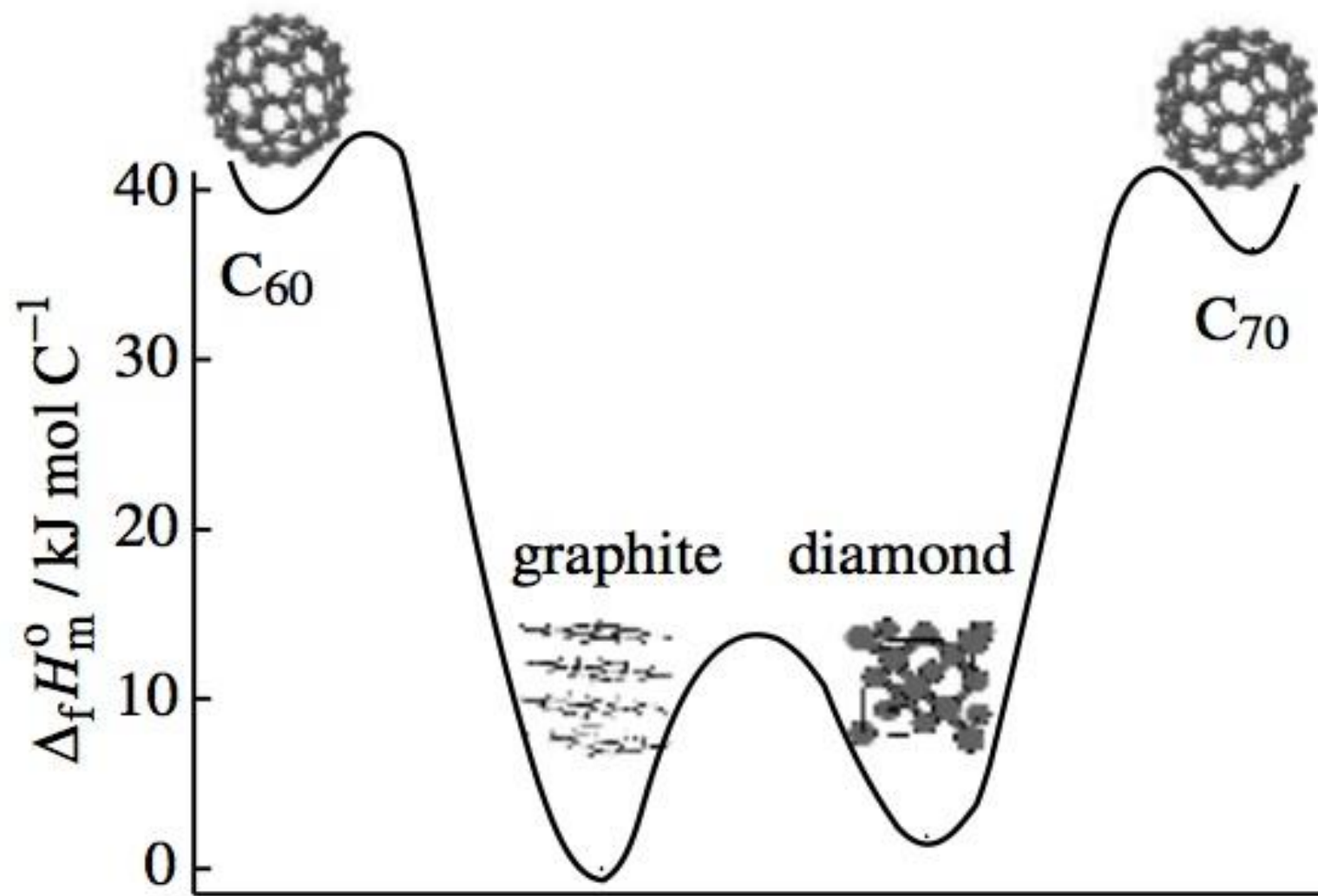


Alex Pentland (MIT)

FT e gastronomia molecular

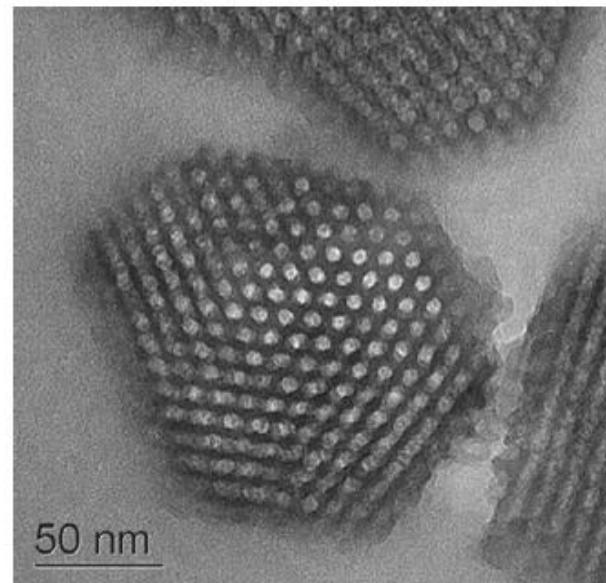
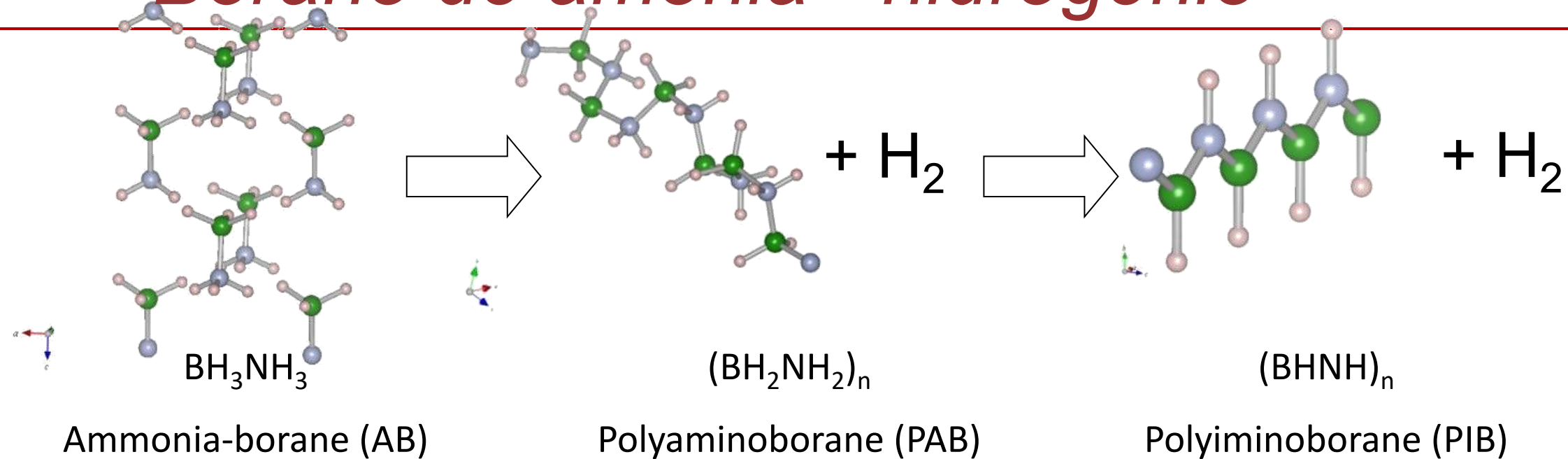


Nanociências



Ciência dos Materiais e Energia

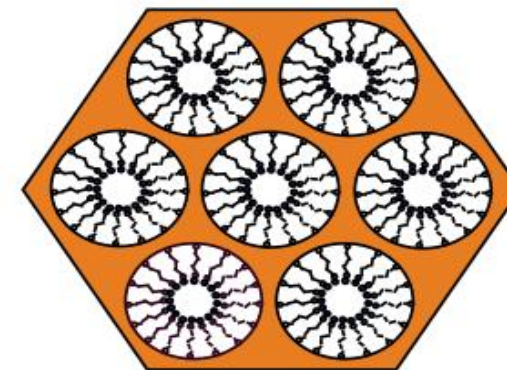
Borano de amônia - hidrogênio



NH_3BH_3

|| →

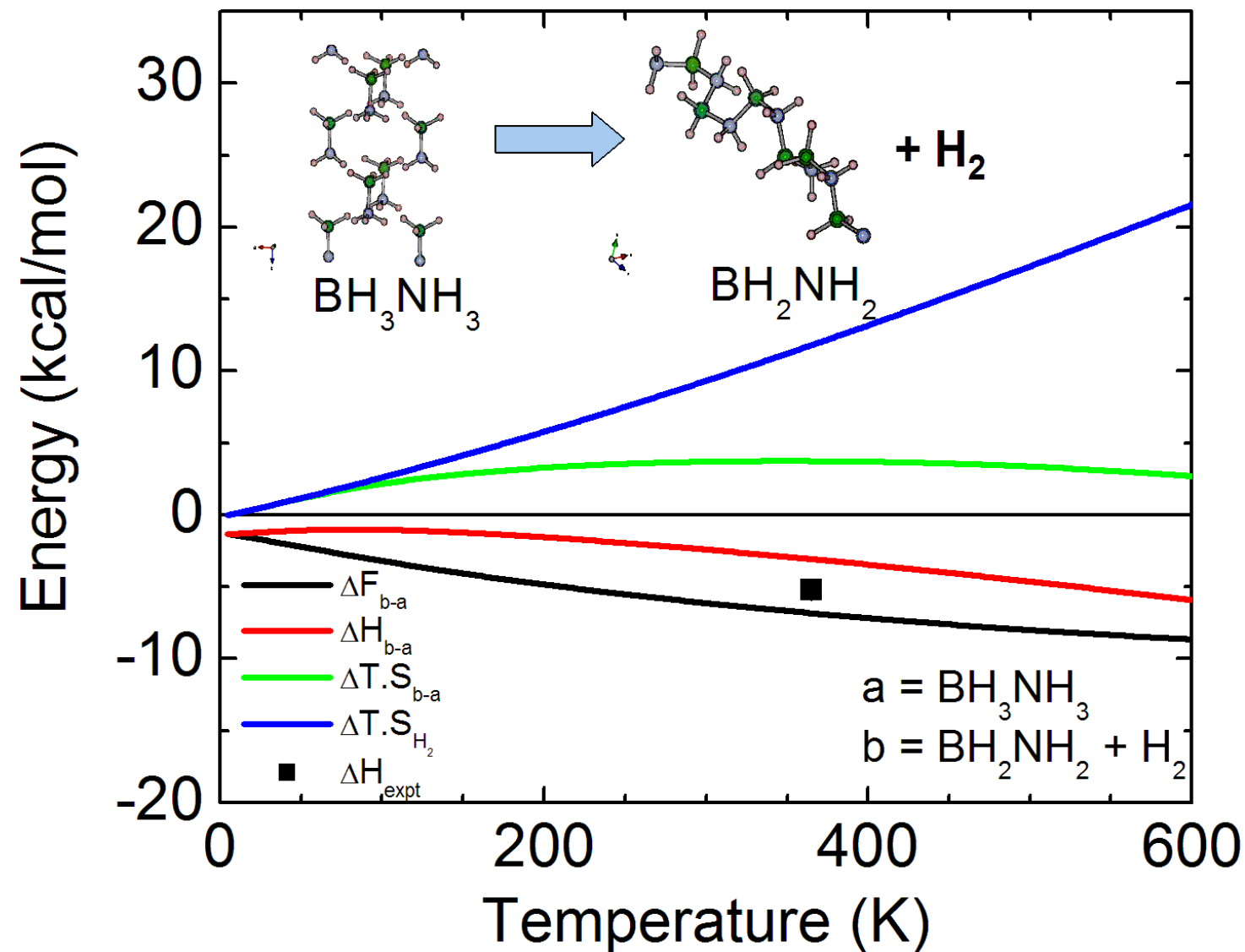
Add saturated
solution of
 NH_3BH_3 to
SBA-15



Ammonia borane infiltrated

Thermal decomposition reactions

Polymeric cycle – step I

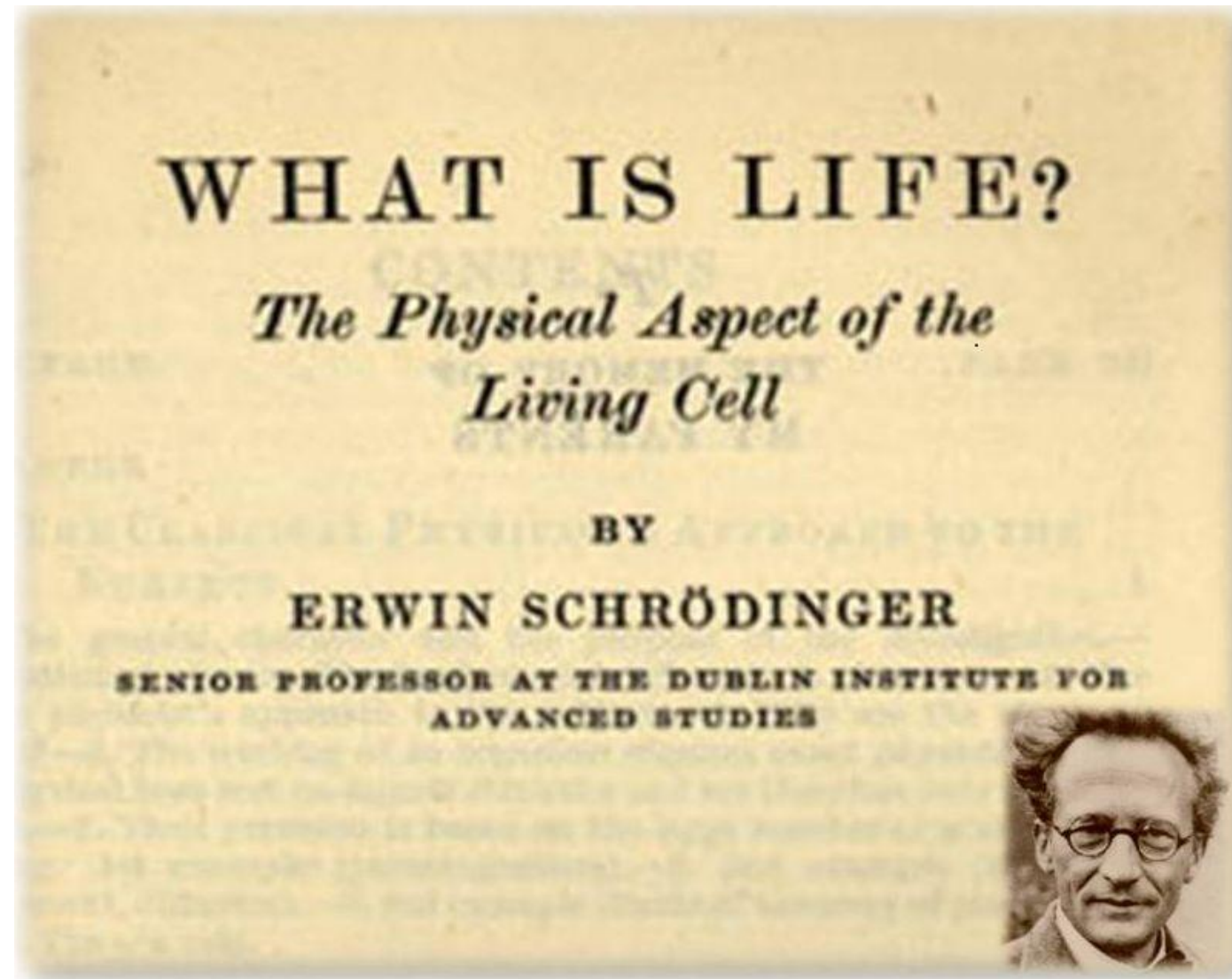


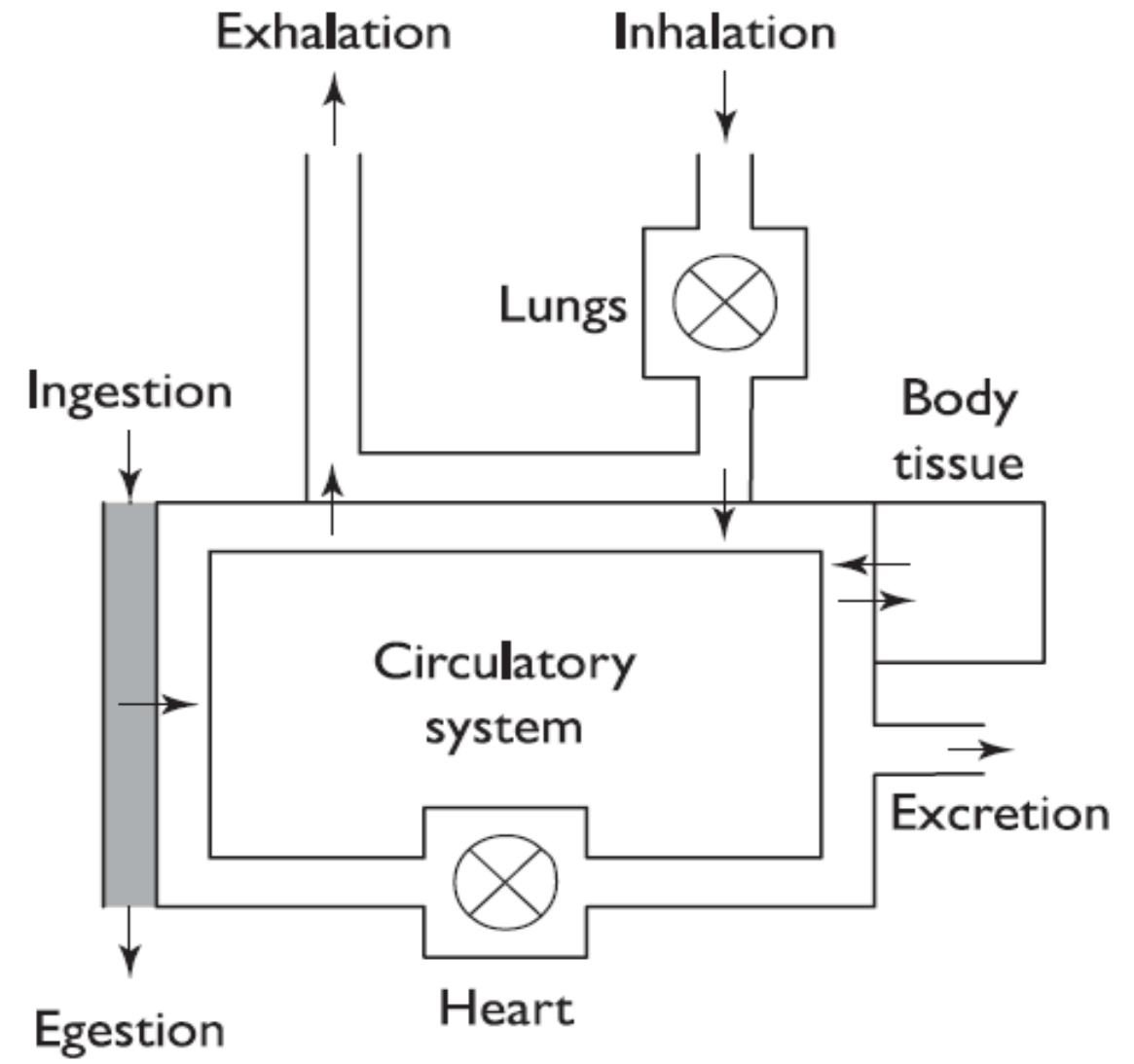
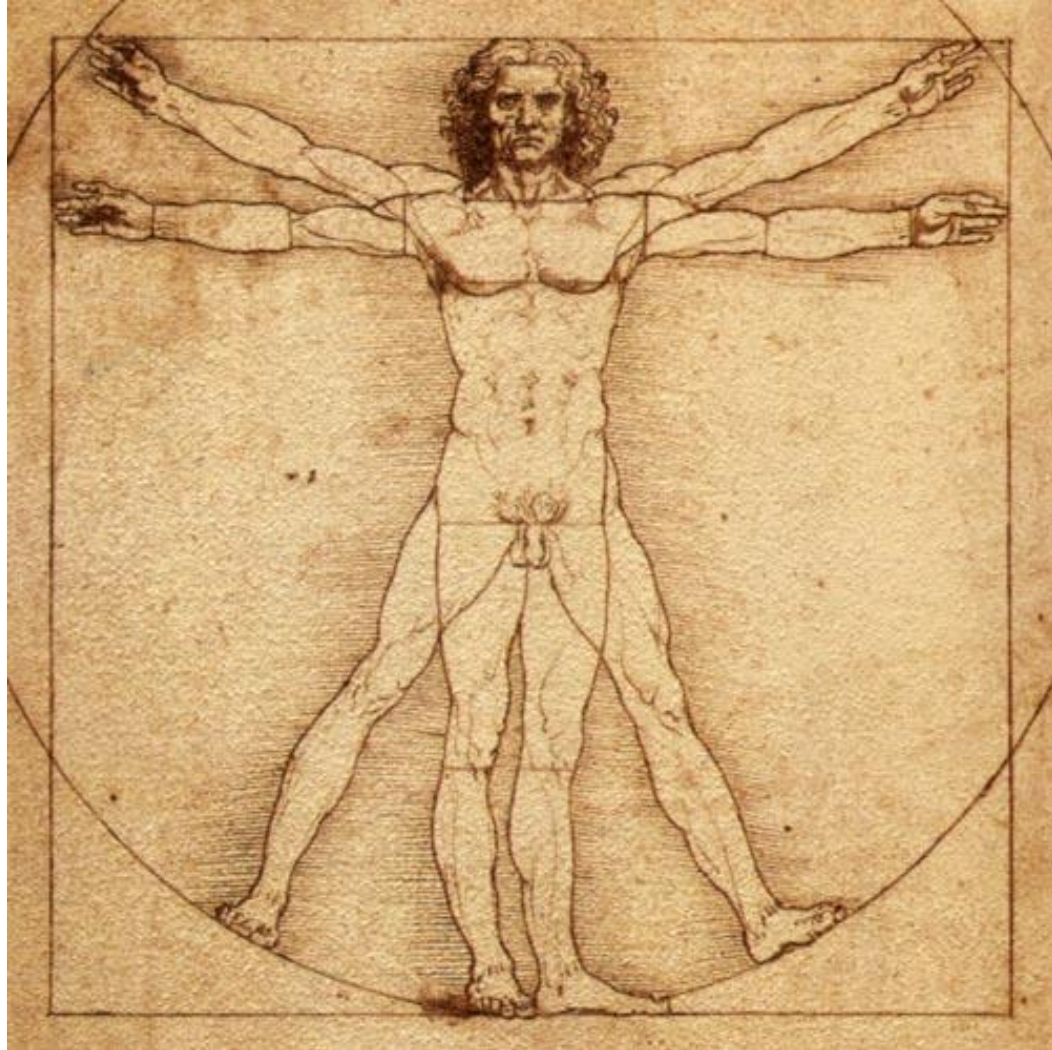
Exothermic character of the reaction

Reasonable agreement with the experimental value

Dominant entropic contribution of the Hydrogen molecule

O que é vida ?

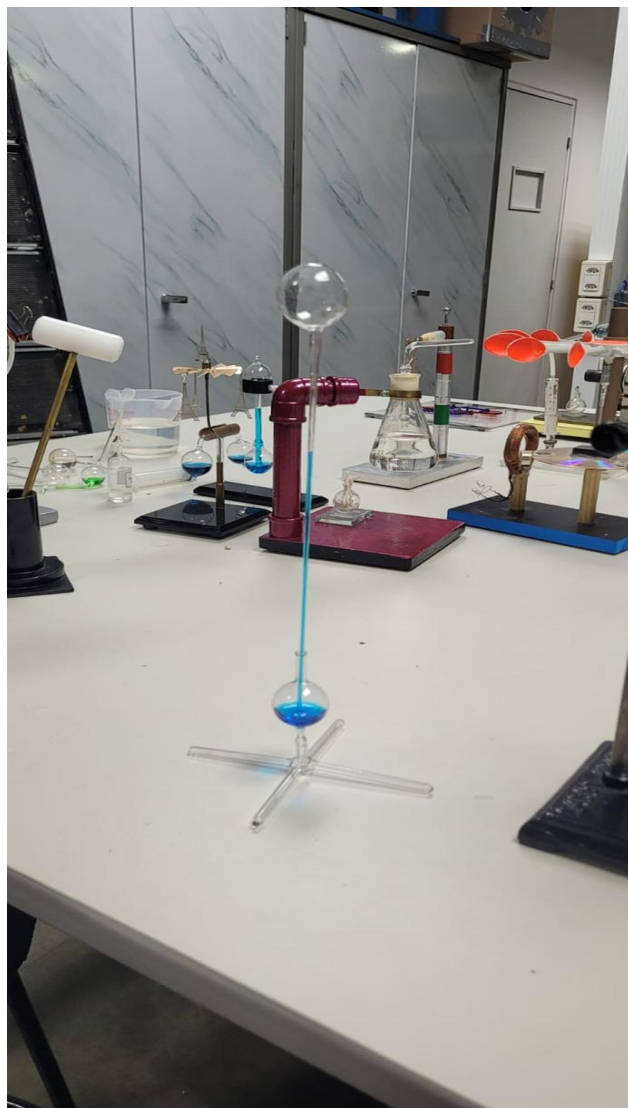




Temperatura e Calor

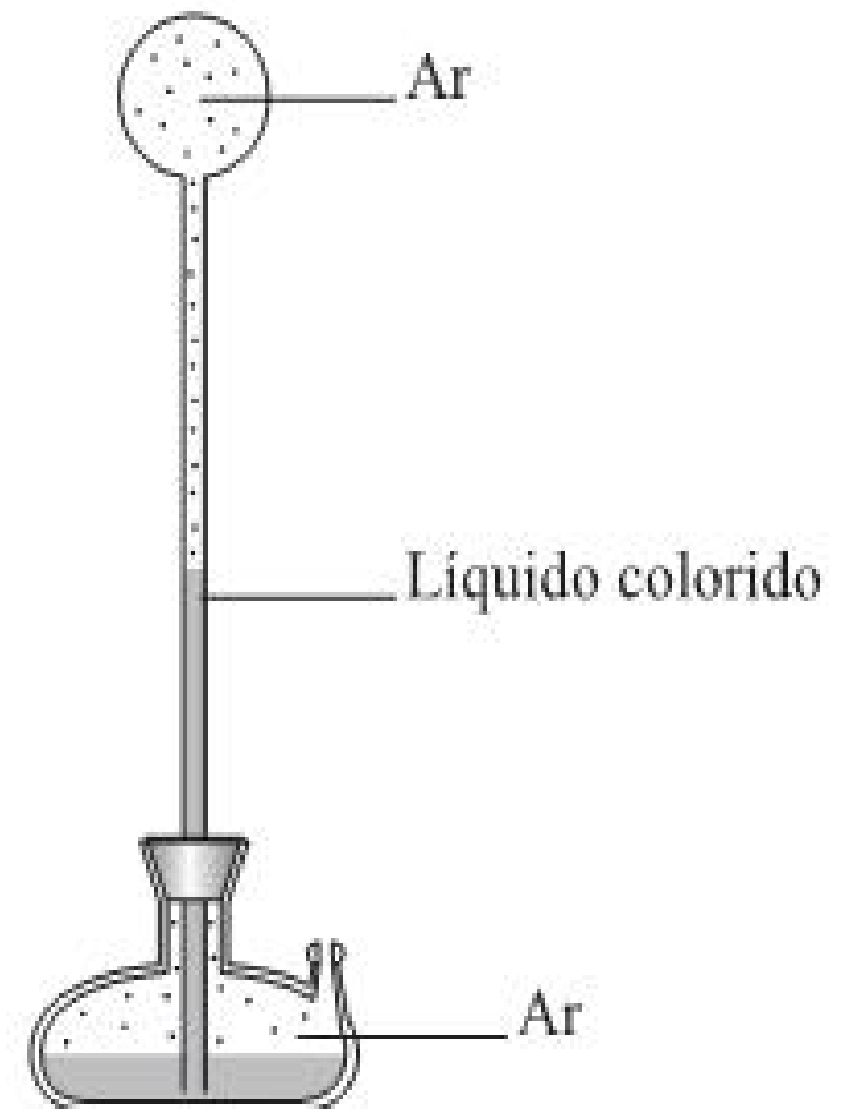


Termoscópio de Galileu

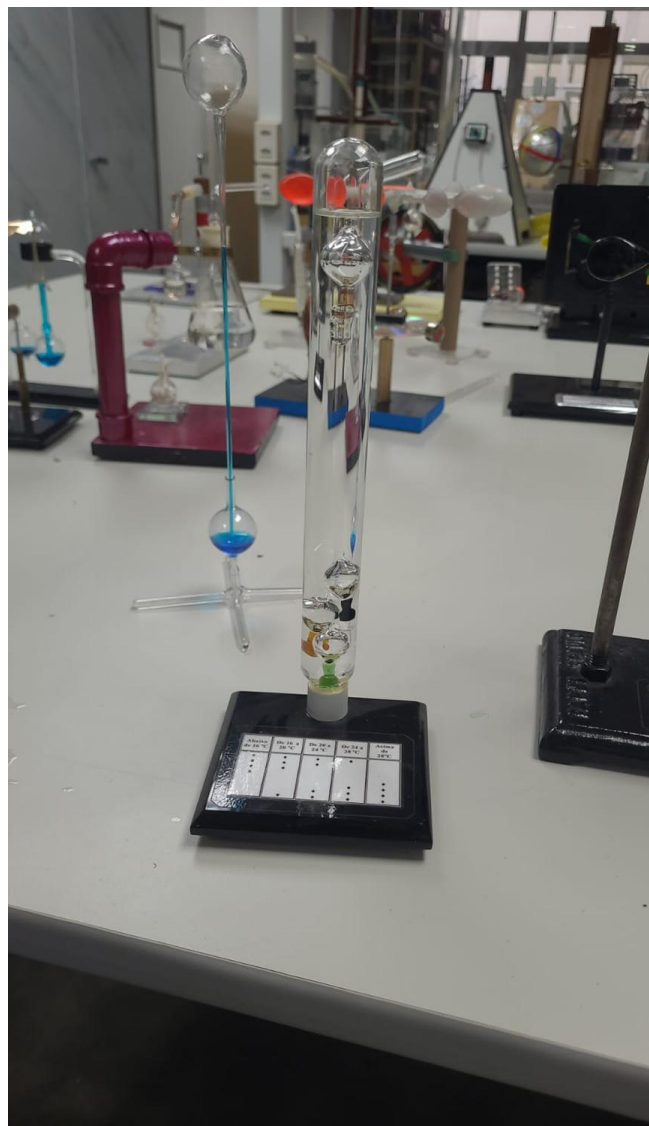


O termoscópio de Galileu opera com base na expansão térmica das substâncias, um princípio ainda relevante na atualidade.

No entanto, devido aos avanços tecnológicos, termômetros mais contemporâneos foram criados, explorando propriedades como volume, pressão, resistência elétrica, diferença de potencial e cristais líquidos, entre outras.



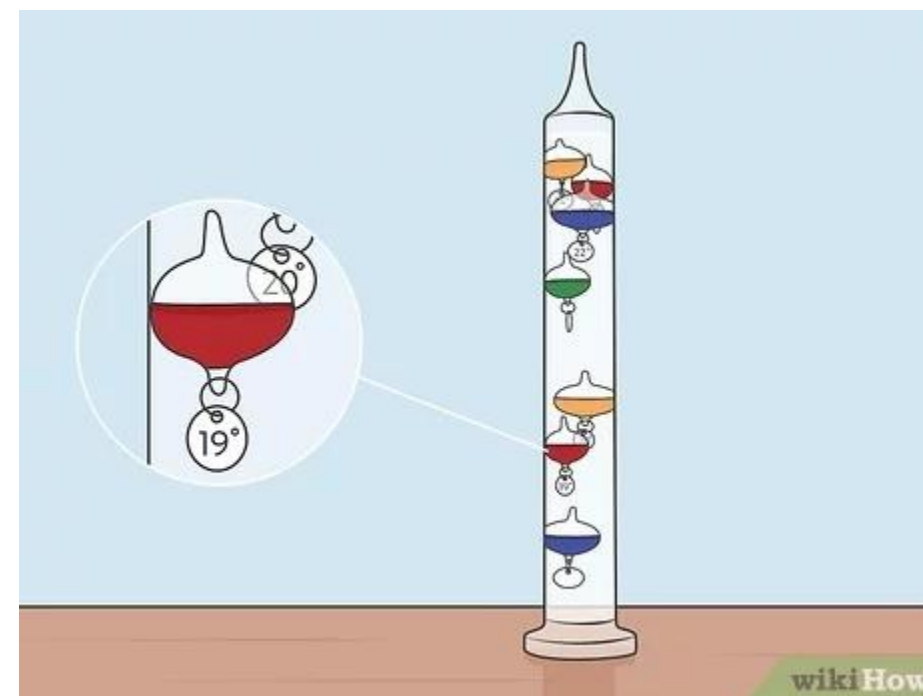
Termômetro de Galileu



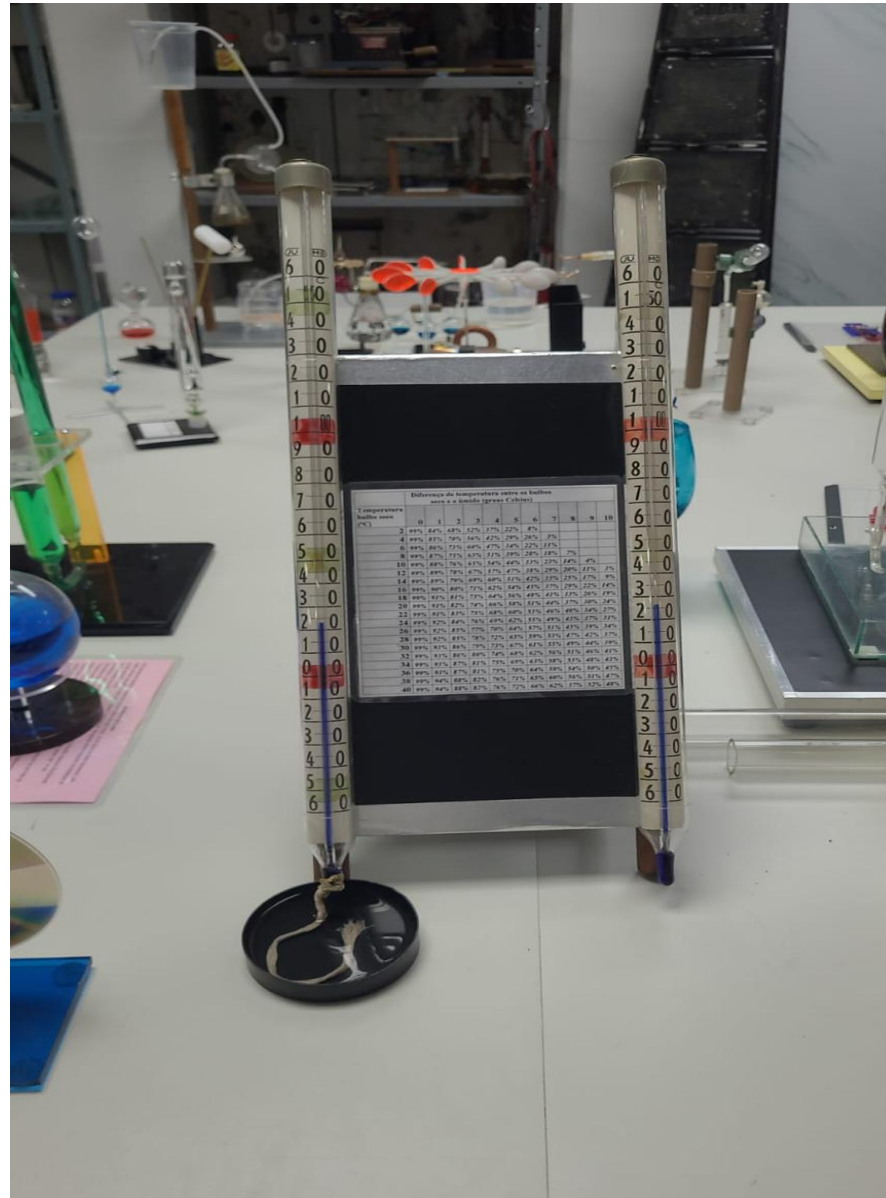
O termômetro de Galileu é famoso por sua engenhosa simplicidade.

Ele é composto por uma coluna vertical de vidro contendo várias esferas, cada uma preenchida com um líquido que responde às variações de temperatura.

Cada esfera é fixada por um peso e contém uma quantidade precisa de líquido colorido.



Termômetro de Álcool



Um termômetro simples de álcool, mas em comparação dos dois termômetros conseguimos calcular a umidade relativa do ar. Por que a temperatura do termômetro úmido é menor ?

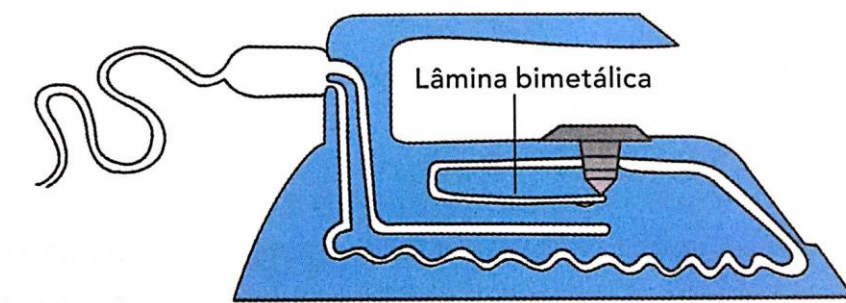
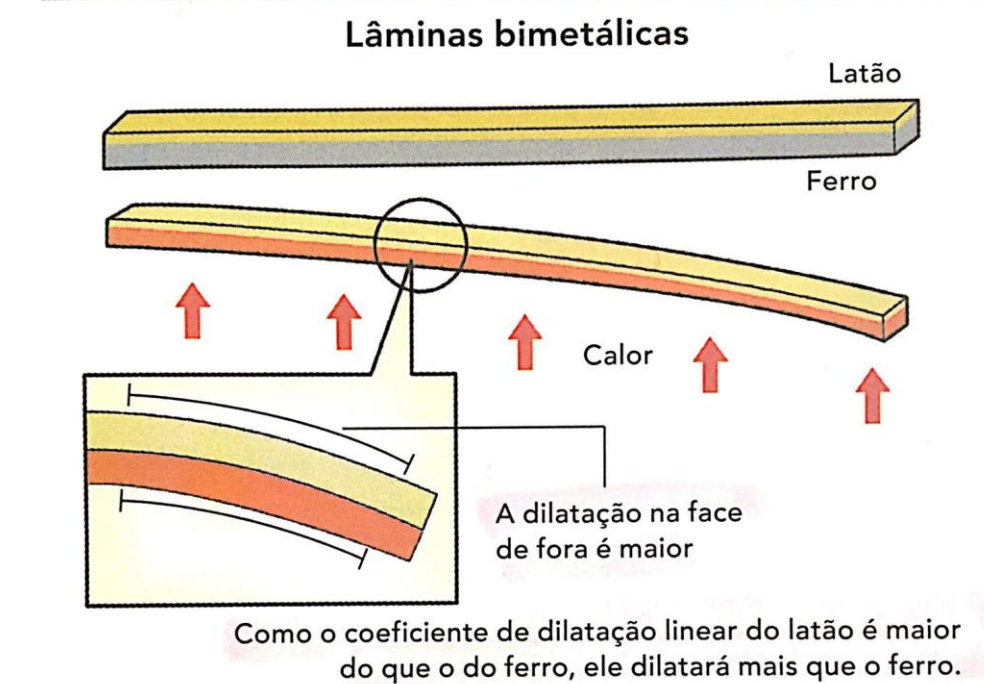
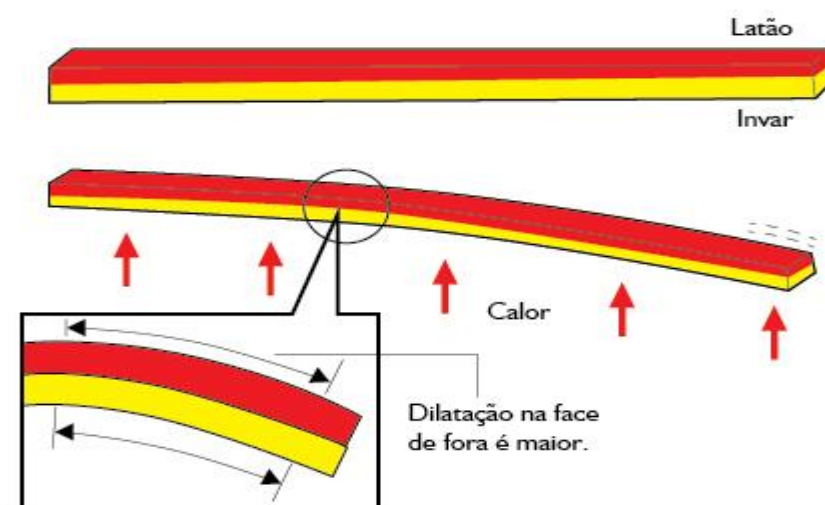
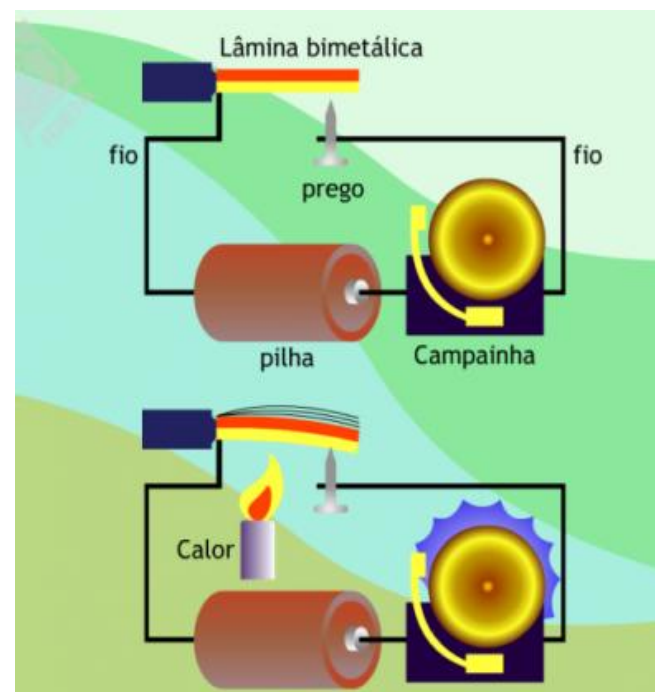
Anel de Gravesande



Consiste em um anel metálico com uma pequena folga entre suas extremidades. Quando aquecido, o anel se expande de forma que a folga entre as extremidades desaparece.

Essa aparente magia é explicada pela dilatação térmica do metal. Quando o anel é aquecido, suas moléculas se agitam mais rapidamente, resultando em um aumento do espaçamento intermolecular e, portanto, em uma expansão do próprio anel.

Par bimetálico



O que é a Temperatura ?

Conceito fundamental → **TEMPERATURA**

Desde pequenos estamos acostumados com o conceito de temperatura.

Precisamos de um método confiável e reprodutível para estabelecer a “*quentura*” ou a “*frieza*” relativa dos corpos que esteja relacionado somente com a *temperatura* do corpo e não com sua propriedade de transferência de calor
