

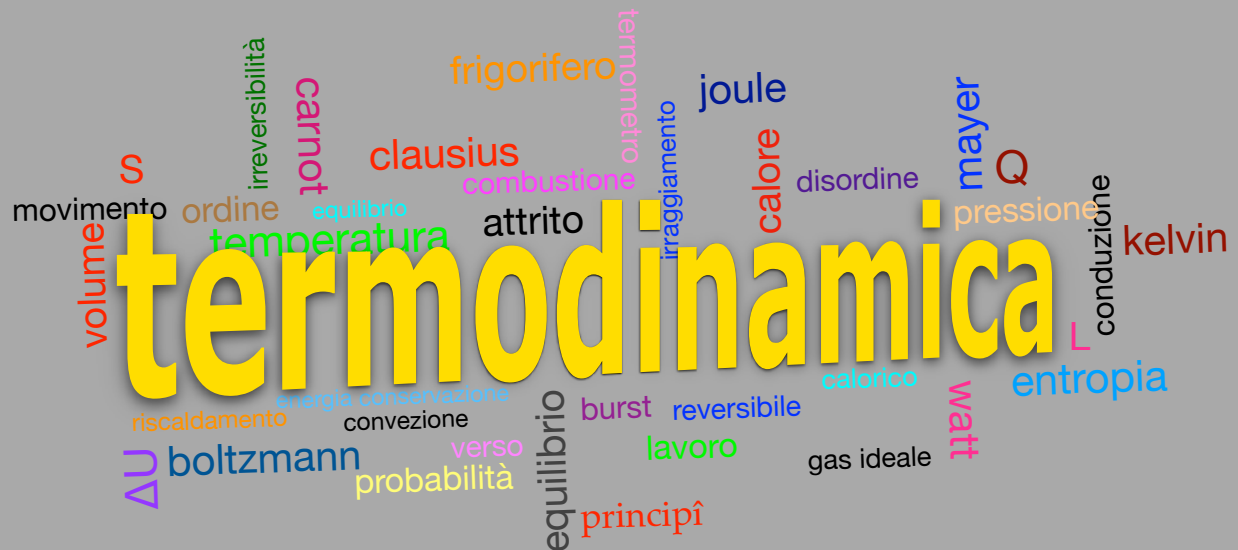


AIF - Associazione per l'Insegnamento della Fisica



SCUOLA DI STORIA DELLA FISICA 2024

XXII edizione



# Calore, movimento, entropia: le molte facce e la storia della Termodinamica

26 febbraio - 1 marzo 2024, Montegrotto Terme

**AIF**

**ASSOCIAZIONE PER L'INSEGNAMENTO DELLA FISICA**

Associazione qualificata come soggetto riconosciuto per la formazione del personale della Scuola (direttiva 170/16)

## **Scuola di Storia della Fisica - Corso di formazione per docenti**

Montegrotto Terme (PD)

26 febbraio – 1° marzo 2024 sessione in presenza e on-line

1° marzo 2024 conferenza pubblica on-line

4 – 9 marzo 2024 sessione differita on-line

# **Calore, movimento, entropia: le molte facce e la storia della termodinamica**

### **Direttore del Corso**

Achille Cristallini, *APS "Fisica e Scuola", GSdF Bologna*

### **Relatori e Coordinatori**

Massimiliano Badino, *Università di Verona,*

Giovanni Battimelli, *Università di Roma "La Sapienza"*

Fabio Bevilacqua, *Università di Pavia*

Stefano Bordoni, *Università di Bologna*

Daniela Bosco, *GSdF Milano*

Alfio Briguglia, *GSdF Palermo*

Biagio Buonauro, *GSdF Nola*

Federico Maria Butera, *Politecnico di Milano*

Margherita Carcò, *GSdF Cesiomaggiore*

Pietro Cerreta, *Associazione ScienzaViva, GSdF Calitri*

Achille Cristallini, *APS "Fisica e Scuola", GSdF Bologna*

Andrea Durlo, *GSdF Ferrara*

Giuseppe Giuliani, *Università di Pavia*

Amedeo Alberto Poggi, *GSdF Ferrara*

Pier Remigio Salvi, *Università di Firenze*

GSdF – Gruppo Storia della fisica

# PRESENTAZIONE DELLA SCUOLA

*Una teoria è tanto più convincente quanto più semplici sono le sue premesse, quanto più varie sono le cose che essa collega, quanto più esteso è il suo campo di applicazione. Per questo la termodinamica classica mi fece un'impressione così profonda. È la sola teoria fisica di contenuto universale che sono certo non sarà mai sovvertita, entro i limiti in cui i suoi concetti fondamentali sono applicabili (dedicato alla speciale attenzione di quelli che sono scettici per principio)*

[Albert Einstein, *Autobiografia scientifica*]

Tra le due rivoluzioni industriali (1760–1830 e 1848–1914) la fisica ha subito una profonda trasformazione, divenendo una disciplina autonoma e dotata di protagonisti (i fisici) come figure socialmente riconosciute. Questa trasformazione si è realizzata e caratterizzata anche attraverso la comparsa di interessi scientifici nuovi rispetto al Settecento: una molteplicità di nuove connessioni tra i fenomeni naturali, l'importanza improvvisamente assunta dalle macchine e la necessità di definire in modo appropriato le nozioni di lavoro e rendimento, lo sviluppo di un rapporto non più subalterno tra fisica e filosofia e l'apparizione di una nuova filosofia della natura.

Contemporaneamente università e centri di ricerca si sviluppavano ovunque e gli stati nazionali assunsero funzioni di organizzazione e finanziamento delle attività scientifiche e tecnologiche, innovando l'organizzazione scolastica e avviando le prime forme di integrazione tra il mondo della ricerca accademica e quello della produzione industriale.

Lo studio scientifico della natura si estese all'intero mondo naturale e realtà considerate eternamente statiche, come la Terra, l'Universo e l'Umanità, divennero entità dinamiche, di cui era possibile comprendere l'evoluzione e raccontare la storia. Il meccanicismo e il determinismo rigorosi, che avevano sostenuto e accompagnato la nascita e lo sviluppo della fisica e della scienza della natura nel Seicento e Settecento, manifestarono le prime evidenti difficoltà a rendere conto di una totalità materiale sempre più complessa e articolata.

I protagonisti della nascita e dell'evoluzione della termodinamica sono stati quegli stessi scienziati che hanno segnato gran parte della fisica ottocentesca: Carnot, Joule, Clausius, Thomson, von Helmholtz, Maxwell, Boltzmann, Planck, Gibbs. Proprio a William Thomson (Lord Kelvin) si deve il nome *termodinamica*, dato originariamente alla teoria meccanica posta a fondamento della nuova scienza che si occupa delle trasformazioni tra calore e lavoro. A questi scienziati è dovuta la scoperta della connessione profonda tra la cinematica microscopica di inosservabili particelle materiali e le grandezze termodinamiche macroscopiche, fondamento della progressiva sistematizzazione teorica della termodinamica che l'ha resa il primo esempio di quelle che Albert Einstein ha definito *teorie di principi*. Questa costruzione teorica ha tuttavia dovuto pagare il prezzo della rinuncia alla possibilità di spiegare tutti i fenomeni termici in base ai soli principi della termodinamica e di rendere reciprocamente compatibili la reversibilità caratteristica della meccanica newtoniana e l'irreversibilità di ogni processo reale di trasformazione termica.

La termodinamica ha segnato l'ingresso nel mondo della scienza del concetto di modello fisico come ipotesi esplicativa e strumento per ottenere nuove previsioni, dando così un contributo fondamentale a trasformare il dibattito scientifico ed epistemologico sulla struttura della materia e l'atomo, che da idea filosofica divenne prima oggetto materiale ipotetico e inosservabile ma utile, poi concetto fisico legittimamente usato e infine entità reale dotata di proprietà misurabili.

La termodinamica, insieme all'elettromagnetismo, è stata anche all'origine del dibattito, spesso aspro e polemico, che nell'ultimo quarto dell'Ottocento coinvolse fisici, chimici e filosofi impegnati a individuare il possibile fondamento di una vera e propria "teoria del tutto", contrapponendo tra loro nella spiegazione ultima del mondo naturale quelle due discipline e la meccanica newtoniana e tutte loro con la cosiddetta *energetica*.

Una riflessione sulla storia della termodinamica è quindi intrinsecamente interdisciplinare perché essa è un intreccio di sperimentazione, problemi irrisolti, teorie, trasformazioni sociali, influenze filosofiche, storie individuali e personalità di scienziati diversi, questioni di metodo. Una tale riflessione, inoltre, permette di comprendere come le trasformazioni avvenute nel corso dell'Ottocento nello statuto disciplinare della fisica e nella stessa professione dei fisici abbiano consentito all'inizio del secolo successivo di affrontare la crisi generata dall'osservazione di fenomeni inaspettati e apparentemente inesplicabili e da scoperte rivoluzionarie, dando vita a paradigmi scientifici e concezioni epistemologiche radicalmente nuovi.

## LEZIONI

1. La macchina a vapore da Watt a Carnot. La prima rivoluzione industriale e i mutamenti nei metodi della scienza. (**Pier R. Salvi, Università di Firenze**)
2. Il Principio di Conservazione dell'Energia e la nascita della Fisica Teorica: Helmholtz 1847 e Planck 1887. (**Fabio Bevilacqua, Università di Pavia**)
3. I calori specifici e la loro misura: il lungo inseguimento tra modelli teorici e valori sperimentali. (**A. Alberto Poggi, GSdF**)
4. "La storia chimica di una candela" di Faraday, un esempio di didattica della scienza. (**Pietro Cerreta, Associazione *Scienza viva* e GSdF**)
5. Termodinamica e astrofisica. (**Margherita Carcò, GSdF**)
6. Atomismo, movimento e calore: lo sviluppo separato di chimica e fisica tra Settecento e Ottocento. (**Achille Cristallini, Associazione "Fisica e Scuola" e GSdF**)
7. La termodinamica razionale da Clausius a Duhem: differenti ipotesi e modelli. (**Stefano Bordoni, Università di Bologna e di Urbino**)
8. Il secondo principio della termodinamica e le sue diverse formulazioni. (**Andrea Durlo, GSdF**)
9. L'interpretazione probabilistica del secondo principio: Boltzmann e la nascita della meccanica statistica. (**Giovanni Battimelli, Università di Roma I**)
10. La radiazione di corpo nero: osservazioni, teorie ed esperimenti. Da Kirchhoff al satellite COBE. (**Giuseppe Giuliani, Università di Pavia e GSdF**)
11. La via termodinamica alla meccanica quantistica: la teoria quantistica del gas. (**Massimiliano Badino, Università di Verona**)

## CONFERENZA PUBBLICA

Affrontare la complessità. La fisica e la sfida del cambiamento climatico. (**Federico M. Butera, Politecnico di Milano**)

## GRUPPI di LAVORO

- L'opera di James Watt: dagli esperimenti con il modellino della macchina a vapore di Newcomen all'invenzione del condensatore separato per la nuova macchina a vapore. (**Daniela Bosco, GSdF**) [in presenza e on-line]
- Il percorso dalla connessione dei fenomeni alla formulazione del principio di conservazione dell'energia. Il secondo principio, l'irreversibilità e l'entropia. (**Alfio Briguglia, GSdF**) [solo in presenza]
- La radiazione di corpo nero: modelli di cavità da Planck a Bose. Dialettica tra termodinamica e statistica. (**Biagio Buonauro, GSdF**) [in presenza e on-line]

# CALENDARIO della SCUOLA

## Scuola in presenza, con trasmissione simultanea on-line delle lezioni e dei gruppi di lavoro

Durata: 5 giorni (26 febbraio - 1° marzo 2024)

Lunedì 26 febbraio, ore 8:30 – 13:00 e ore 15:00 – 19:45 (5 lezioni)

Martedì 27 febbraio, ore 9:00 – 12:15 (2 lezioni) e ore 15:00 – 18:30 (gruppi di lavoro)

Mercoledì 28 febbraio, ore 9:00 – 12:15 (2 lezioni) e ore 15:00 – 18:30 (gruppi di lavoro)

Giovedì 29 febbraio, ore 9:00 – 12:15 (2 lezioni) e ore 15:00 – 18:30 (gruppi di lavoro)

Venerdì 1° marzo, ore 11:00 – 13:00 (conferenza pubblica) e ore 17:00 – 18:00 (gruppi di lavoro)

Giorni	Data	Relazioni di esperti (ore)	Lavori di gruppo	Totale ore
Lunedì	26/02/24	7,5	0,25	7,75
Martedì	27/02/24	3	3,5	6,5
Mercoledì	28/02/24	3	3,5	6,5
Giovedì	29/02/24	3	3,5	6,5
Venerdì	01/03/24	2	1	3
Totale ore		18,5	11,75	30,25

## Trasmissione differita on-line delle lezioni

Durata: 6 giorni (4 – 9 marzo 2024)

Lunedì 4 marzo, ore 14:45 – 19:30 (3 lezioni)

Martedì 5 marzo, ore 16:00 – 19:15 (2 lezioni)

Mercoledì 6 marzo, ore 16:00 – 19:15 (2 lezioni)

Giovedì 7 marzo, ore 16:00 – 19:15 (2 lezioni)

Venerdì 8 marzo, ore 16:00 – 19:15 (2 lezioni)

Sabato 9 marzo, ore 16:00 – 18:00 conferenza pubblica (registrazione)

Giorni	Data	Relazioni di esperti (ore)	Lavori di gruppo (*)	Totale ore
Lunedì	04/02/24	4,5		4,5
Martedì	05/02/24	3		3
Mercoledì	06/02/24	3		3
Giovedì	07/02/24	3		3
Venerdì	08/03/24	3		3
Sabato	09/03/24	2		2
Totale ore		18,5		18,5