



# 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 – 29 febbraio** scuola in presenza

**1° marzo 2024** conferenza pubblica on-line

**11 – 16 marzo 2024** scuola 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 I "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*

### Staff organizzativo

Daniela Bosco (GSdF Milano), Andrea Durlo (GSdF Ferrara),  
Clelia Giarratana (GSdF Novara), Andrea Gnani (GSdF Bergamo),  
Fabiano Minni (GSdF Ferrara), Giuseppe Privitera (GSdF Catania).



*Gruppo Storia della Fisica dell'A.I.F.*



# 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.

# STRUTTURA E FINALITÀ DELLA SCUOLA

La Scuola di Storia della fisica dell'AIF è organizzata dal Gruppo Storia della Fisica ed è diretta da Achille Cristallini, coordinatore del Gruppo.

La XXII edizione della Scuola si svolgerà in presenza a Montegrotto Terme (PD) dal 26 al 29 febbraio 2024, con lezioni prevalentemente al mattino e lavori di gruppo nel pomeriggio. Il 1° marzo è prevista una conferenza pubblica (che costituisce parte integrante della Scuola) che sarà fruibile solo on-line sia dai corsisti sia dagli istituti scolastici che vorranno assistervi. La Scuola è costituita da 18,5 ore di lezione (compresa la conferenza pubblica) e 11,5 ore di lavori di gruppo.

La Scuola in presenza potrà essere seguita sia in forma residenziale sia in forma non residenziale. La Scuola differita on-line è invece costituita dalla trasmissione delle lezioni registrate della Scuola in presenza, realizzata in orario pomeridiano nella settimana 11 – 16 marzo. **La Scuola differita non prevede i gruppi di lavoro, che tuttavia potranno (su richiesta) essere seguiti on-line durante il loro svolgimento nella settimana della Scuola in presenza.**

I corsisti che perdono qualche lezione della Scuola in presenza potranno recuperarla nel corso della Scuola differita on-line.

Tutte le attività on-line saranno realizzate attraverso la connessione dei corsisti a una piattaforma di comunicazione messa a disposizione da un'istituzione scolastica con garanzia di privacy e sicurezza. Ai corsisti saranno fornite le credenziali necessarie per accedere a tale piattaforma, sulla quale saranno pubblicate anche le notizie e le comunicazioni di servizio della Scuola.

Scopo della Scuola è rendere possibile agli insegnanti la riflessione sullo sviluppo storico della fisica, mettendo l'accento sugli aspetti culturali della disciplina e sul valore didattico della storia della fisica nell'insegnamento della fisica.

La Scuola è rivolta agli insegnanti di fisica e di matematica delle scuole secondarie, agli studenti universitari e ai dottorandi interessati e, più in generale, ai cultori delle discipline scientifiche.

Nelle lezioni e nei gruppi di lavoro saranno coinvolti docenti universitari e soci AIF docenti della scuola secondaria, con l'obiettivo di:

- ampliare le conoscenze storiche sullo sviluppo delle teorie fisiche
- favorire la capacità di riconoscere e valutare il valore culturale e sociale della scienza nella sua dimensione storica
- analizzare le caratteristiche di una ricerca storica: fonti, indicazioni bibliografiche, contesto sociale e culturale di riferimento, tipologie
- fornire un'ampia bibliografia di fonti primarie e secondarie
- offrire una panoramica dei materiali didattici disponibili

Le attività della Scuola si baseranno su:

- relazioni (tenute da docenti universitari e di scuola secondaria di II grado)
- lavori di gruppo
- lettura di brani di memorie originali o di classici della scienza
- test di ingresso a carattere informativo
- test di valutazione delle competenze acquisite
- questionario finale di gradimento del corso.

## 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 Ferrara)
4. "La storia chimica di una candela" di Faraday, un esempio di didattica della scienza. (**Pietro Cerreta**, Associazione *Scienza viva* e GSdF Calitri)
5. Termodinamica e astrofisica. (**Margherita Carcò**, GSdF Cesiomaggiore)
6. Atomismo, movimento e calore: lo sviluppo separato di chimica e fisica tra Settecento e Ottocento. (**Achille Cristallini**, APS *Fisica e Scuola* e GSdF Bologna)
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 Ferrara)
9. L'interpretazione probabilistica del secondo principio: Boltzmann e la nascita della meccanica statistica. (**Giovanni Battimelli**, Università di Roma I "La Sapienza")
10. La radiazione di corpo nero: osservazioni, teorie ed esperimenti. Da Kirchhoff al satellite COBE. (**Giuseppe Giuliani**, Università di Pavia)
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 Milano)

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 Palermo)

La radiazione di corpo nero: modelli di cavità da Planck a Bose. Dialettica tra termodinamica e statistica. (**Biagio Buonauro**, GSdF Nola)

# CALENDARIO DELLA SCUOLA

## Scuola in presenza

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

Lunedì 26 febbraio

ore 8:30 – 13:00 (lezioni 1-2) e ore 15:00 – 19:45 (lezioni 3-4-5)

Martedì 27 febbraio

ore 9:00 – 12:15 (lezioni 6-7) e ore 15:00 – 18:30 (gruppi di lavoro)

Mercoledì 28 febbraio

ore 9:00 – 12:15 (lezioni 8-9) e ore 15:00 – 18:30 (gruppi di lavoro)

Giovedì 29 febbraio

ore 9:00 – 12:15 (lezioni 10-11) e ore 15:00 – 18:30 (gruppi di lavoro)

Venerdì 1° marzo (svolgimento solo on-line)

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	26/02/2024	7,5		7,5
Martedì	27/02/2024	3	3,5	6,5
Mercoledì	28/02/2024	3	3,5	6,5
Giovedì	29/02/2024	3	3,5	6,5
Venerdì	01/03/2024	2	1	3
Totale ore		18,5	11,5	30

## Scuola differita on-line

Durata: 6 giorni (11 – 16 marzo 2024)

Lunedì 11 marzo, ore 14:45 – 19:30 (registrazione delle lezioni 1-2-3)

Martedì 12 marzo, ore 16:00 – 19:15 (registrazione delle lezioni 4-5)

Mercoledì 13 marzo, ore 16:00 – 19:15 (registrazione delle lezioni 6-7)

Giovedì 14 marzo, ore 16:00 – 19:15 (registrazione delle lezioni 8-9)

Venerdì 15 marzo, ore 16:00 – 19:15 (registrazione delle lezioni 10-11)

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

Giorni	Data	Relazioni di esperti (ore)	Lavori di gruppo (*)	Totale ore
Lunedì	11/03/2024	4,5		4,5
Martedì	12/03/2024	3		3
Mercoledì	13/03/2024	3		3
Giovedì	14/03/2024	3		3
Venerdì	15/03/2024	3		3
Sabato	16/03/2024	2		2
Totale ore		18,5		18,5

# CERTIFICAZIONE DELLE COMPETENZE

I corsisti iscritti anche attraverso la piattaforma SOFIA e interessati ad ottenere, oltre all'attestato di presenza, una certificazione delle competenze acquisite, saranno invitati a sostenere un test di uscita a risposte chiuse sugli argomenti affrontati nei gruppi di lavoro pomeridiani.

Per ottenere l'accesso al test di uscita è necessario avere l'80% di presenza (24 ore tra lezioni e gruppi di lavoro) sul totale della scuola.

Le presenze sono attestate a cura dell'organizzazione attraverso la registrazione delle attività svolte nella Scuola in presenza e nella Scuola differita. I corsisti devono tenere conto che le attività dei gruppi di lavoro si svolgeranno soltanto nella settimana della Scuola in presenza.

I corsisti iscritti alla Scuola differita e interessati ai gruppi di lavoro potranno seguirli on-line su richiesta nella settimana della Scuola in presenza.

La conferenza pubblica (parte integrante della Scuola di Storia della fisica) potrà essere seguita nella settimana della Scuola in presenza (su richiesta) oppure in forma registrata nella Scuola differita.

## SEDE DELLA SCUOLA

Tutte le attività in presenza della Scuola si svolgeranno dal 26 al 29 febbraio 2024 presso l'**Hotel Marconi** di Montegrotto Terme (PD), via Catajo 6.

Tel.: 049 793144

mail: [info@termemarconi.it](mailto:info@termemarconi.it)

sito web: [www.termemarconi.it](http://www.termemarconi.it)

L'accesso alla sala conferenze dell'hotel Marconi ed alle sale dei gruppi di lavoro sarà consentito solo agli iscritti.

I corsisti tengano presente che le lezioni e i lavori di gruppo saranno registrati; chi, partecipando on-line, non intende apparire nelle registrazioni dovrà avere cura di disattivare la propria webcam, in caso contrario il loro utilizzo deve ritenersi autorizzato ai sensi del Regolamento generale sulla protezione dei dati (GDPR- Regolamento 2016/679).



La piattaforma software (Google MEET®) utilizzata per le attività on-line è stata cortesemente messa a disposizione dalla Fondazione Asilo Pozzi di Almenno San Bartolomeo (BG).

La piattaforma software (Microsoft TEAMS®) utilizzata per la realizzazione della conferenza pubblica è stata cortesemente messa a disposizione dal Liceo Scientifico Flavio Gioia di Piacenza.

## COSTO DELLA SCUOLA

Ai frequentatori della Scuola si richiede di essere iscritti o iscriversi all'AIF per l'anno 2024. L'iscrizione si può effettuare accedendo al sito web dell'AIF (<https://www.aif.it>) e seguendo le istruzioni esposte nel link [Iscriviti](#).

La quota sociale ha validità annuale e non si rinnova automaticamente. Essa consente l'accesso a tutti i materiali didattici conservati sul sito web dell'AIF e in particolare a quelli prodotti dalle precedenti Scuole di Storia della fisica. I soci ricevono a domicilio la rivista *La Fisica nella Scuola*, i suoi *Quaderni* e i numeri speciali, che possono essere anche visualizzati e scaricati dal sito web dell'AIF.

La Scuola di Storia della fisica in presenza e in forma residenziale ha un costo di iscrizione di **360,00 €**.

I corsisti saranno ospitati in camera doppia con trattamento di mezza pensione, dalla cena del 25 febbraio alla colazione del 29 febbraio. Nel modulo di iscrizione è possibile specificare l'eventuale nome di un altro/a corsista con cui si desidera condividere la camera.

Alla quota di iscrizione va aggiunta la tassa di soggiorno, pari a **2,50 €** al giorno, da pagare direttamente in Hotel.

La Scuola di Storia della fisica in presenza in forma non residenziale e la Scuola differita on-line (anch'esse riservate ai soci AIF in regola con il pagamento della quota sociale 2024) hanno entrambe un costo di iscrizione di **60,00 €**.

Le iscrizioni e i pagamenti dovranno essere effettuati unicamente attraverso il sito web dell'AIF, seguendo le istruzioni ivi contenute, nel periodo 27 novembre 2023 – 14 gennaio 2024.

Sarà possibile pagare l'iscrizione alla Scuola anche utilizzando la Carta del Docente. Si troveranno i dettagli insieme alle altre informazioni relative alle modalità di iscrizione sul sito web dell'AIF, alla pagina:

[Scuola di Storia della fisica 2024](#)

In tale pagina sono indicate anche le istruzioni per l'iscrizione dei corsisti sulla piattaforma SOFIA.

## CONTATTI

Mail G.S.d.F.: [gsdf.aif@gmail.com](mailto:gsdf.aif@gmail.com)

Sito web A.I.F. <https://aif.it/>

Sito web G.S.d.F.: <https://www.lfns.it/STORIA>