



In primo piano:

- Claudio Melis ci racconta lo sviluppo della fisica computazionale applicata allo studio della termoelettricità
- *1st Joint Korean-Italian Workshop on Thermoelectricity* a Cipro, in coda all'ECT 2019
- L'ENEA di Brindisi ospiterà il GiTe 2020

L'Editoriale

La termoelettricità vista con gli occhi di un fisico computazionale della materia di Claudio Melis*

Negli ultimi 40 anni la Fisica Computazionale si è proposta come terzo strumento di indagine scientifica oltre a quelli tradizionali della Fisica Sperimentale e della Fisica Teorica. Grazie all'utilizzo dei calcolatori è infatti oggi possibile non solo risolvere numericamente le equazioni della Fisica Teorica, non sempre risolvibili analiticamente, ma persino eseguire veri e propri esperimenti virtuali (simulazioni).

Tale nuovo approccio si è sviluppato in modo molto rapido anche nel campo della Fisica della Materia. L'utilizzo del calcolo parallelo all'interno di supercalcolatori ha infatti permesso di studiare l'evoluzione microstrutturale di diversi materiali con una risoluzione atomistica (Dinamica Molecolare Classica) e/o di descrivere con grande accuratezza la struttura elettronica di un materiale risolvendo numericamente l'equazione di Schrödinger utilizzan-

do la Teoria della Funzionale Densità.

Inizialmente, la Fisica Computazionale della Materia era utilizzata quasi esclusivamente come complemento numerico alla Fisica Teorica, con la finalità di risolvere numericamente equazioni non risolvibili analiticamente. Negli ultimi decenni tale metodologia è invece diventata un complemento fondamentale all'indagine sperimentale. Infatti, il crescente sviluppo delle tecniche sperimentali nel campo delle nanotecnologie ha permesso di progettare nano materiali innovativi aventi specifiche proprietà fisico/chimiche tali da poter essere efficacemente utilizzati per applicazioni in campo energetico, nano/opto-elettronico e nanobio-meccanico. Tale approccio, che viene sinteticamente descritto con il termine "materials-by-design", prevede necessariamente una perfetta sin-

nergia tra metodologie tero-rico-computazionali e sperimentali. In questo contesto, la progettazione di nano-materiali innovativi aventi determinate proprietà prevede l'utilizzo di un approccio "bottom-up" in cui lo specifico materiale viene effettivamente sintetizzato a partire dai singoli elementi costitutivi quali atomi e/o molecole.

In questo panorama generale, il ruolo della Fisica Computazionale è quello di mettere a punto un complesso di procedure teorico/computazionali a sostegno dell'approccio "materials-by design" che permetta in ultima analisi di: (i) comprendere le proprietà fisiche di materiali di interesse tecnologico alla scala dei loro costituenti elementari (nanoscala); (ii) ispirare la loro ingegnerizzazione ed applicazione finale in nanodispositivi di nuova generazione.

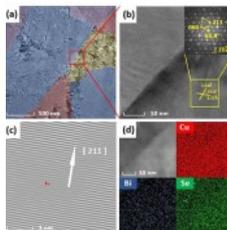
All'interno di questo con-

(Continua a pagina 2)

Bollettino dell'Associazione Italiana di Termoelettricità

L'Editoriale

(Continua da pagina 1)



Sintesi solvotermale di $\text{Cu}_{2-3x}\text{Bi}_x\text{Se}$

ZT pari a 1.9 a

470°C in

$\text{Ge}_{0.9}\text{Bi}_{0.1}\text{Te}$

testo, l'utilizzo di simulazioni atomistiche ha avuto uno sviluppo sempre crescente in vari campi come, ad esempio, nel campo del fotovoltaico ibrido (in particolare le celle fotovoltaiche DSSC), dove le simulazioni atomistiche sono correntemente utilizzate per la progettazione di specifiche molecole coloranti aventi determinate proprietà elettroniche e strutturali tali da ottimizzare l'assorbimento di fotoni ed il successivo trasferimento di carica [1]. Sempre nel campo del fotovoltaico ibrido, le simulazioni atomistiche sono utilizzate, in combinazione con tecniche sperimentali, per l'analisi ad alta risoluzione delle proprietà elettroniche

e morfologiche di interfacce ibride polimero/semiconduttore che costituiscono il nucleo principale dei dispositivi fotovoltaici ibridi a stato solido [2]. Nel campo della superconduttività l'utilizzo di simulazioni atomistiche (basate sulla Teoria del Funzionale Densità) ha permesso, oltre che di migliorare la nostra comprensione teorica del fenomeno della superconduttività, anche di prevedere e progettare specifici materiali ad alta temperatura critica [3].

Nel campo della Biofisica l'utilizzo della dinamica molecolare classica basata su potenziali modello ha permesso lo studio dettagliato dell'interazione farmaco-proteina aiutando in questo modo la progettazio-

ne di specifici farmaci per diversi tipi patologie neurologiche [4].

Negli ultimi anni l'utilizzo di simulazioni atomistiche ha avuto un grosso sviluppo anche nel campo della Termoelettricità. In questo contesto possiamo distinguere due diversi filoni di ricerca che si stanno sviluppando parallelamente.

Il primo è lo studio computazionale delle proprietà termoelettriche di materiali cristallini utilizzando la teoria semiclassica del trasporto di Boltzmann. Tale approccio permette, partendo dalla struttura a bande di un cristallo calcolata ed esempio utilizzando la Teoria della Funzionale Densità, di stimare il coefficiente

(Continua a pagina 4)

Segnalazioni dalla letteratura

a cura di Alessia Famengo

Nuove proposte per materiali termoelettrici organici: compositi a base di polipropilene e nanofibre di carbonio commerciali sono stati ottenuti per estrusione dei composti di partenza commerciali, ottimizzando un processo potenzialmente applicabile alle produzioni su larga scala. Il lavoro è stato pubblicato su *Carbon*. Un valore massimo di *power factor* pari a $1.75 \times 10^{-3} \mu\text{Wm}^{-1} \text{K}^2$ è stato ottenuto per compositi contenenti il 2.5% in volume di nanofibre di carbonio, con un coefficiente di Seebeck negativo,

quasi costante, di circa $8.5 \mu\text{VK}^{-1}$ per tutte le composizioni investigate. L'aggiunta delle fibre di carbonio ha portato ad un aumento della conducibilità elettrica con una soglia di percolazione dello 0.4% in volume.

Per quanto riguarda i materiali inorganici operativi a temperature prossime all'ambiente, [Liao e collaboratori](#) hanno sintetizzato materiali a base di $\text{Cu}_{2-3x}\text{Bi}_x\text{Se}$ per via solvotermale, compattati attraverso il processo di *spark plasma sintering*. Il drogaggio con

Bi ha permesso di controllare la concentrazione dei portatori per ottimizzare il coefficiente di Seebeck: un valore di $zT = 0.43$ a 100°C è stato calcolato per la stechiometria $\text{Cu}_{1.9822}\text{Bi}_{0.006}\text{Se}$, con un coefficiente di Seebeck pari $150 \mu\text{VK}^{-1}$, il doppio rispetto al materiale non drogato.

Passando alle temperature intermedie, $ZT=1.9$ a 470°C è stato determinato per un derivato del tellururo di germanio drogato con Bi, di formula $\text{Ge}_{0.9}\text{Bi}_{0.1}\text{Te}$. I risul-

(Continua a pagina 3)



BoltzTrap è tra i codici più popolari per il calcolo del coefficiente Seebeck

Anno 6, Numero 3

Segnalazioni dalla letteratura

a cura di Alessia Famengo

(Continua da pagina 2)

tati, pubblicati su [Scientific Reports](#) da Wei e colleghi, dimostrano una diminuzione della concentrazione dei portatori con la sostituzione dei siti del Ge con Bi, con conseguente aumento del coefficiente di Seebeck pari a tre volte quello del materiale non drogato, GeTe. La diminuzione della conducibilità elettrica viene compensata dall'aumento del Seebeck e, sebbene il *power factor* sia leggermente superiore al materiale non drogato, entrambe le componenti elettronica e fononica della conducibilità termica sono ridotte del 63% dopo il drogaggio con Bi.

Infine, materiali a base di ZnO drogato con Al e Ga sono stati ottenuti da [Sikam e co-autori](#) per le temperature medio-alte attraverso il

metodo di *combustion synthesis*. Le proprietà di trasporto sono state modulate tramite il drogaggio, variando la densità degli stati e la struttura a bande di ZnO, come confermato dai calcoli DFT. È stato ottenuto un valore sperimentale per il *power factor* di $8.5 \times 10^{-5} \text{ W m}^{-1} \text{ K}^2$ a 700 °C, dovuto all'aumento della conducibilità elettrica di oltre un ordine di grandezza rispetto al materiale non drogato, cui corrisponde una diminuzione del coefficiente di Seebeck ad un terzo del valore di ZnO.



Claudio Melis firma l'editoriale di questo numero del *Bollettino*

Aperti i

bandi FETPro

e FTI di

Horizon 2020

Collaborazioni nazionali ed internazionali

a cura di Monica Fabrizio

Non molte le novità in questo bimestre.

FETPROACT.EIC-05-2019

È stata prorogata ad ottobre la scadenza di questa call che mira a identificare i paradigmi tecnologici futuri ed emergenti ad alto potenziale per l'economia e la società europea. Molto competitiva. Per chi si avvicina per la prima volta suggerirei di andare sul sito [Aster](#).

Regione Piemonte: Bando a sportello Piattaforme tecnologiche di filiera (Pi.Te.F.)

La Regione Piemonte ha

pubblicato il [bando](#) attuativo della misura "Supporto alla realizzazione di progetti complessi di attività di ricerca e sviluppo su poche aree tematiche di rilievo e all'applicazione di soluzioni tecnologiche funzionali alla realizzazione delle strategie di S3. Piattaforme tecnologiche di Filiera". Agli organismi di ricerca (OR) che partecipano prevalentemente sotto forma di fornitore di ricerca contrattuale non si applica l'obbligo del requisito di localizzazione territoriale in Piemonte. Viceversa, in caso di partecipazione in

veste di partner, per l'OR si applica l'obbligo del requisito di localizzazione territoriale, fatta eccezione per quanto previsto dal bando per i "beneficiari fuori dal territorio piemontese".

UE: aperta la misura Fast Track to Innovation

L'iniziativa *Fast Track to Innovation* (FTI) è una misura completamente *bottom-up* di Horizon 2020 con la possibilità di presentare proposte su praticamente qualunque ambito tematico. FTI si rivolge a nuove tecnolo-

(Continua a pagina 7)



Due call di possibile interesse per la termoelettricità

Bollettino dell'Associazione Italiana di Termoelettricità

L'Editoriale

(Continua da pagina 2)

Seebeck, la conducibilità elettronica e la componente elettronica della conducibilità termica attraverso la soluzione in approssimazione di tempo di rilassamento (RTA, *Relaxation Time Approximation*) dell'equazione di Boltzmann. L'utilizzo di tali metodologie per la stima della figura di merito termoelettrica ha avuto negli ultimi anni un incremento esponenziale facendo sì che i relativi codici diventassero molto popolari nella comunità scientifica delle simulazioni atomistiche. Ad esempio, l'articolo di riferimento del codice BoltzTraP, uno dei programmi più popolari in questo ambito, ha ricevuto negli ultimi 10 anni quasi duemila citazioni [5].

Inoltre, tale approccio è stato recentemente abbinato a metodologie di *big data* e *machine learning* (<http://materials.duke.edu/publications.html>) che permettono, sulla base di un ricco database di proprietà termoelettriche di diversi materiali cristallini, di progettare "in silico" nuovi materiali aventi una composizione chimico/fisica tale da ottimizzare la figura di merito.

Nonostante la crescente popolarità ottenuta da questi approcci, ci sono alcune criticità che ne limitano al momento il pieno sviluppo. La criticità principale è dovuta al fatto che queste metodologie, prevedendo intrinse-

camente un trasporto elettronico "a bande", sono limitate allo studio della termoelettricità in sistemi cristallini ideali. Infatti, tale tipo di approccio non può essere utilizzato per lo studio di materiali non cristallini (ed esempio polimeri coniugati o materiali inorganici amorfi) nei quali il trasporto elettronico è principalmente regolato dal meccanismo di *hopping*. La seconda criticità è dovuta al fatto che questo tipo di approccio non permette la stima della componente reticolare della conducibilità termica. Per questo motivo tale metodologia deve necessariamente essere utilizzata in combinazione con altre tecniche computazionali o sperimentali che permettano la stima di tale grandezza.

L'altra tipologia di approccio che sta avendo molto successo nella comunità scientifica riguarda lo studio del trasporto termico attraverso la dinamica molecolare classica basata su potenziali modello. In questo contesto sono state recentemente sviluppate diverse tecniche di dinamica molecolare di non-equilibrio e di equilibrio che permettono di stimare la conducibilità termica di diversi materiali organici e inorganici sia amorfi sia cristallini aventi dimensioni (fino ad un centinaio di nanometri) paragonabili a quelle sperimentali. L'utilizzo di tali metodologie ha inoltre permesso di studiare, con risoluzione atomistica, l'effetto della nanostruttura-

zione in semiconduttori cristallini, permettendo quindi di progettare "in silico" diversi tipi di nanostrutture che permettano una riduzione della conducibilità termica e quindi (modulo il *Power Factor*) un corrispondente aumento della figura di merito [6].

Anche queste metodologie hanno avuto un discreto successo nella comunità scientifica della fisica computazionale. L'articolo di riferimento che descrive nel dettaglio tali tecniche di simulazione ha avuto un numero di citazioni superiore a 1200 [7].

Tuttavia, anche in questo caso esistono delle criticità intrinseche che limitano l'utilizzo di tali tecniche nel campo della termoelettricità. La limitazione principale è dovuta al fatto che queste tecniche permettono di stimare esclusivamente la conducibilità termica (componente reticolare) ossia il denominatore della figura di merito. Ciò ovviamente ne limita fortemente il potere predittivo. In secondo luogo, tali tecniche sono basate sull'utilizzo di potenziali modello per lo studio delle interazioni atomiche e per questo motivo l'attendibilità dei risultati è sempre dipendente dall'accuratezza del potenziale nella descrizione della proprietà vibrazionali del materiale.

Prendendo in considerazione i punti di forza e le criti-

(Continua a pagina 6)



GiTe 2020 a Brindisi

Body heat
harvesting per
il biomedicale:
Marlow ci
crede?



Appena conclusa la Scuola di Varenna sulla termoelettricità

Anno 6, Numero 3

Industria e dintorni

a cura di Carlo Fanciulli

Poche le novità sul piano industriale pubblicate in questi due mesi.

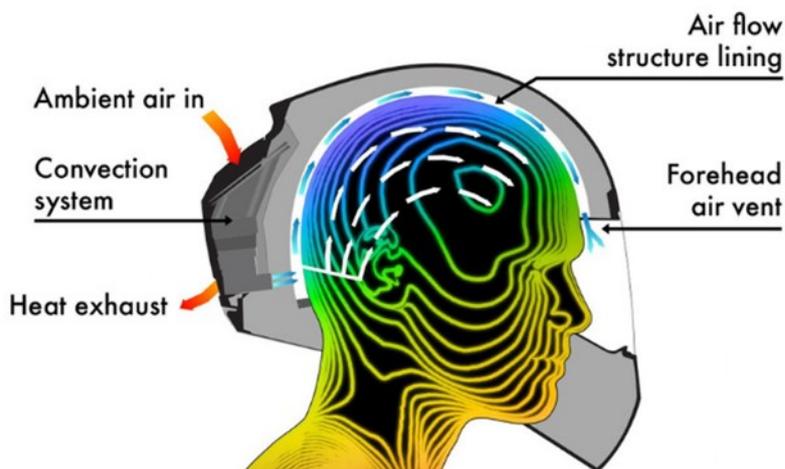
Tra le notizie più interessanti si può citare il primo casco da motocicletta sviluppato da Feher Helmets che integra un sistema di aria condizionata a tecnologia termoelettrica. Il casco Feher ACH-1 è stato progettato per mantenere la temperatura dell'aria intorno alla testa del motociclista ad una temperatura di 10-15 °C inferiore rispetto a quella dell'aria esterna, solitamente canalizzata nel casco per prevenire colpi di calore estivi. Il casco ospita, nella parte posteriore, un sistema di condizionamento dell'aria di tipo convettivo, che utilizza una pompa di calore termoelettrica. Il sistema prevede l'impiego di due ventole per la circolazione dell'aria: la prima, montata nella parte frontale del casco, porta l'aria all'impianto refrigerante, la seconda ricanalizza l'aria fresca all'interno del casco

aumentando il livello di comfort generale per il pilota.

Altro elemento apparso più volte in questi mesi su alcuni blog aziendali (tra cui quello di Marlow) è l'evidente crescita di interesse relativa al recupero di calore dal corpo umano a scopi medicali. La sfida è quella di superare i limiti imposti dalla durata delle batterie per dispositivi biomedicali impiantati (ad esempio i *pacemaker*). Infatti, a fronte di una riduzione delle potenze necessarie al funzionamento dei dispositivi, le prestazioni associate alla tecnologia termoelettrica, seppur limitate dalla scarsa efficienza dei sistemi disponibili, unitamente alla potenza termica messa a disposizione dal corpo umano, lasciano intravedere una potenziale compatibilità. Questa finestra di opportunità sembrerebbe dare una rinnovata, timida spinta al settore della microgenerazione basata su calore

corporeo.

In ultimo, riporto una considerazione emersa da una serie di dati relativi ad analisi di mercato svolte per il mondo delle batterie. Nel piano di una progressiva elettrificazione del parco veicoli privato e non, il vincolo che può assicurare il successo di questa prospettiva è legato allo sviluppo delle tecnologie di storage. Attualmente, tuttavia, non sono molti i materiali coinvolti nello sviluppo di tecnologie di successo: litio, cobalto e grafite sono le materie prime necessarie alla produzione di sistemi efficienti. Ora, in che modo questo interseca la termoelettricità? Se andiamo a considerare gli orizzonti di sviluppo dei materiali termoelettrici operativi a temperature più elevate di quelle accessibili ai calcogenuri, una classe di indiscutibile interesse è quella delle Skutteruditi. Questi materiali contengono in genere Co,



Da <https://feherhelmets.com/pages/technology> (Continua a pagina 7)

Bollettino dell'Associazione Italiana di Termoelettricità

L'Editoriale

(Continua da pagina 4)

cità legate all'utilizzo delle simulazioni atomistiche nel campo della termoelettricità, sono convinto che le strade da intraprendere siano necessariamente le seguenti.

Prima di tutto bisognerebbe sviluppare una metodologia teorico/computazionale che permetta di stimare il *Power Factor* in sistemi non cristallini ed organici. Dal punto di vista teorico ciò comporterebbe l'abbandono della teoria semiclassica di Boltzmann per il trasporto elettronico con un conseguente passaggio a teorie che descrivano il trasporto per *hopping* come ad esempio la teoria di Marcus. Alcuni tentativi isolati sono già stati fatti in questo contesto, tuttavia credo che l'obiettivo sia quello creare un codice di comunità accessibile ad

un gran numero di utenti.

Sull'altro fronte una prospettiva futura a breve termine sarebbe quella di combinare efficacemente le due tecniche descritte in precedenza per la descrizione del trasporto elettronico e termico per ottenere un unico strumento di calcolo che permetta di ottenere direttamente una stima completa della figura di merito termoelettrica.

[1] M. Pastore et al., *ACS Nano* 4, 1556-562 (2010).

[2] S. Dag et al., *Nano Lett.* 8, 124185-4190 (2008).

[3] M. Lüders et al., *Phys. Rev. B* 72, 024545 (2005).

[4] M. De Vivo et al., *J. Med. Chem.*, 59, 4035-4061(2016).

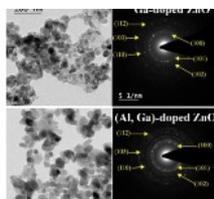
[5] G. K. Madsen et al., *Comput. Phys. Commun.*

175, 67 (2006).

[6] C. Melis et al., *Phys. Rev. Lett.* 112, 065901 (2014).

[7] P. K. Schelling et al., *Phys. Rev. B* 65, 144306 (2002).

* Dipartimento di Scienze Fisiche, Università di Cagliari
claudio.melis@dsf.unica.it



ZnO drogato con Al e Ga ottenuto per *combustion synthesis*

Molta Asia nei prossimi appuntamenti congressuali



ECTe 1st Joint Korean-Italian Workshop on Thermoelectrics a Cipro

Convegni e Scuole

a cura di Dario Narducci

Mentre si è appena concluso il corso sulla termoelettricità organizzato nell'ambito della Scuola Internazionale di Fisica "E. Fermi" (e di cui daremo ampio conto nel prossimo numero del *Bollettino*), si allunga la lista dei prossimi impegni congressuali.

Dopo la pausa estiva, doppio impegno a Varsavia (16-19 settembre 2019) per l'E-MRS Fall Meeting (con una sessione che tocca gli aspetti di base sulla termodinamica dei fenomeni termoelettrici) e poi a Cipro per l'ECT 2019 (23-25 settembre), che si arricchisce

del *satellite event* del 1st Joint Korean-Italian Workshop on Thermoelectrics (26 settembre). Chi volesse partecipare al workshop e non si fosse ancora registrato può farlo inviando una mail a

dario.narducci@unimib.it

Breve pausa e poi nel periodo natalizio da segnalare l'MRS Fall Meeting di Boston (1-6/12) con le sessioni EN13 e EN14 sul termoelettrico; il Materials Research Meeting 2019 a Yokohama (10-14/12) con una sessione dedicata alla termoelettricità; e l'Opto-X-Nano, sempre in Giappone (Okayama, 2-5/12).

Per chi ha già comprato l'agenda del 2020, da segnare almeno altri tre eventi di rilievo.

Come già comunicato ai soci, il GiTe 2020 dà appuntamento a tutti a Brindisi dal 26 al 27 febbraio 2020. A seguire, l'ICT 2020 che torna negli Stati Uniti (Seattle, 28/6-2/7/20) e l'ECT 2020 che sarà in terra di Spagna, a Barcellona, in settembre (date esatte ancora da definire). Ma, c'è da giurarci, l'agenda si riempirà ulteriormente assai presto.

Anno 6, Numero 3

Industria e dintorni

a cura di Carlo Fanciulli e Fabio Puglia

materiale che, secondo le stime del Joint Research Centre dell'UE, vedrà, già nel breve periodo, rischi di approvvigionamento. Guardando alla produzione di Co europea, attualmente si parla di 2300 tonnellate annue a fronte di un consumo circa nove volte più alto. L'esperienza maturata con i calcogenuri, per i quali il Te rappresenta un reale limite ad una concreta diffusione su larga scala della tecnologia termoelettrica, spinge a riflettere sul peso che l'andamento del mercato delle materie prime potrebbe avere su un potenziale sviluppo di tecnologia a base skutterudi-

ti per una diffusione della termoelettricità. Come riportato nel rapporto, il prezzo del cobalto negli ultimi tre anni è triplicato, andando già ad impattare significativamente sui costi relativi alla realizzazione di batterie e, di conseguenza, sull'effettiva sostenibilità di una mobilità "full electric". Per il rapporto completo si può consultare il [sito UE dedicato](#)

Collaborazioni nazionali ed internazionali

a cura di Monica Fabrizio

(Continua da pagina 3)

gie, concetti, processi e modelli di business relativamente maturi e innovativi che necessitano di uno sviluppo definitivo per essere in grado di dare forma a un nuovo mercato e realizzare una diffusione più ampia. FTI promuove innovazioni "close to market" (si parte dal TRL 6 – disponibilità di un prototipo integrato) che mirano ad arrivare sul mercato entro tre anni dall'inizio del progetto.

Il contributo massimo dell'UE è di 3 milioni di euro per proposta. Il tasso di finanziamento è del 100% per le entità senza

scopo di lucro. Per ciascun anno il budget disponibile è di 100 milioni di euro. Le proposte possono essere presentate in qualsiasi momento durante il programma triennale con una graduatoria che segue tre scadenze annue. Ecco le prossime

- 22-10-2019
- 19-02-2020
- 09-06-2020
- 27-10-2020

Open Innovability Enel

Il portale web [Open Innovability](#) di Enel punta a raccogliere soluzioni tecnologi-

che innovative, in linea con gli obiettivi di sviluppo sostenibile (SDG) delle Nazioni Unite 2020. Scopo di queste call è unire innovazione e sostenibilità per dare impulso alla rivoluzione energetica. Sugerirei di dare un'occhiata alla [call "Energy for those in need – 2019"](#).

Eventuali ulteriori indicazioni degli associati sono ovviamente le benvenute.

Associazione Italiana di Termoelettricità

Presidente: Dario Narducci

associtalte@gmail.com

Segretario Generale: Monica Fabrizio

Twitter: @AIT_ItTS

Comitato Esecutivo: Stefano Boldrini, Alberto Castellero, Carlo Fanciulli, Giovanni Pennelli

Sito web: ait.ieni.cnr.it

Consiglio Direttivo: Umberto Anselmi
Tamburini, Stefano Battiston, Riccardo Carlini,
Fabio Puglia, Antonella Rizzo

AIT è anche su [Facebook](#) e su

[LinkedIn](#)

L'Associazione Italiana di Termoelettricità

Dallo Statuto dell'AIT:

“La Associazione ha lo scopo di promuovere lo studio e la ricerca nel settore dei fenomeni termoelettrici e delle loro applicazioni e in particolare (a) di favorire e incrementare la ricerca scientifica nel settore della termoelettricità; (b) di divulgare la conoscenza dei fenomeni termoelettrici e l'importanza delle loro applicazioni nel quadro del benessere e del progresso nazionale, europeo e mondiale; (c) di attivare e mantenere relazioni con associazioni, società ed organizzazioni nazionali di altri paesi aventi analoghi scopi e con la European e la International Thermoelectric Society; (d) di promuovere e favorire lo studio dei fenomeni termoelettrici nelle università e nelle scuole di ogni ordine e grado.”

AIT su Internet:
ait.icmate.cnr.it

Come iscriversi all'AIT

Il modulo di iscrizione può essere richiesto a associtalte@gmail.com.

Sono disponibili tre livelli di associazione:

- socio junior, riservato a chi ha fino a 35 anni e a quanti, indipendentemente dall'età, non abbiano un lavoro né fisso né temporaneo al momento dell'iscrizione (la borsa di dottorato *non* è un lavoro -- né temporaneo né tanto meno fisso). La quota di iscrizione è di 25 €;
- socio attivo, con una quota di iscrizione pari a

60 €;

- socio sostenitore, con una quota di iscrizione di 110 € — una forma associativa pensata per chi volesse (e potesse) sostenere con uno sforzo speciale la crescita dell'AIT.

Le aziende possono associarsi ad AIT in forma collettiva. Per i dettagli contattare direttamente il comitato esecutivo di AIT (associtalte@gmail.com).

Tutti i soci (juniores, attivi e sostenitori) partecipano alla attività dell'Associazione con gli stessi diritti e

doveri.

Come meglio specificato nel modulo di iscrizione, la quota associativa può essere saldata con bonifico bancario. Su richiesta verrà rilasciata una ricevuta di pagamento oltre ovviamente alla tessera associativa.