

In primo piano:

- Numero speciale su Varenna 2019
- GiTe 2019: invio dei contributi entro il 7 dicembre
- I convegni sul termoelettrico del 2019

Speciale Varenna 2019

## **"Advances in Thermoelectricity: Foundational Issues, Materials, and Nanotechnology"**

Dopo una prima lunga fase di gestazione, ci fa piacere informare in anteprima la comunità termoelettrica italiana che la Scuola sui termoelettrici di Varenna sta per aprire le iscrizioni degli allievi.

Per i pochi che non conoscessero le scuole SIF due parole introduttive possono non guastare.

La *Scuola Internazionale di Fisica "Enrico Fermi"* (questo è il nome ufficiale) è una delle attività culturali più significative della Società Italiana di Fisica. Fortemente voluta da Giovanni Polvani, la prima edizione dei corsi risale all'ormai lontano 1953 e da allora prevede corsi estivi che, nel corso degli anni, sono diventati un appuntamento per scienziati *senio-*

*res e juniores* provenienti da tutto il mondo.

Ogni anno la scuola organizza tre corsi, della durata di una o due settimane ciascuno, scelti dal Consiglio della SIF tra le proposte provenienti da gruppi italiani o stranieri. Le dimensioni della scuola, completamente residenziale e ospitata nella Villa Monastero di Varenna, impongono una platea limitata di allievi, che di norma non superano le 60 unità. Questo non solo per ragioni logistiche ma anche (e soprattutto) per garantire occasioni di interazione diretta tra allievi e docenti. I corsi sono tradizionalmente destinati non solo a dottorandi e post-doc ma anche a scienziati più esperti che vogliono esten-

dere le proprie competenze a nuovi ambiti della fisica.

E' con questa logica che, l'anno scorso, sulla base di una sollecitazione del Prof. Grosso, fisico solidista del Consiglio SIF, e con il fattivo supporto del collega e socio Luciano Colombo, l'AIT, nella persona del suo presidente, ha avanzato una proposta per l'organizzazione di una scuola focalizzata sugli sviluppi delle scienze della termoelettricità — proposta che ha trovato l'interesse della SIF e che ha portato alla decisione di tenere nella prossima estate, nella settimana dal 15 al 20 luglio 2019, il primo corso della Scuola "Enrico Fermi" interamente dedicato ai termoelettrici — fisica, chimica, materiali e applicazioni.

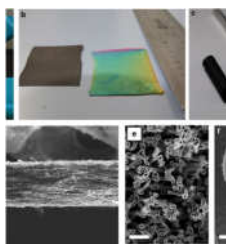
(Continua a pagina 2)

## Bollettino dell'Associazione Italiana di Termoelettricità



Kunihito Koumoto parlerà a Varenna di composti di intercalazione inorganici-organici

Il 2018 MRS Fall Meeting è alle porte



Tessuti di silicio all'IREC di Barcellona

### L'Editoriale

(Continua da pagina 1)

L'obiettivo del corso è abbastanza ambizioso e parte dalla constatazione che i fondamenti della fisica dei processi di trasporto di carica ed energia in sistemi a stato solido hanno ricevuto un rinnovato impulso a partire dalla metà degli anni '90 grazie all'introduzione delle nanotecnologie. Nello specifico, le nanotecnologie hanno reso lo studio dei fenomeni termoelettrici alla nanoscala e in sistemi a bassa dimensionalità una nuova ed attivissima frontiera della ricerca che, oltre ad avere riaperto gli interessi applicativi verso la termoelettricità come tecnologia di recupero del calore, ha imposto una rivisitazione critica delle teorie di trasporto. Il corso si pone quindi l'obiettivo di fornire agli allievi una visione moderna della fisica dei fenomeni termoelettrici e, più in generale, dei fenomeni di trasporto nei materiali.

Le lezioni previste coprono gli sviluppi della fisica della termoelettricità degli ultimi venti anni. Partendo da una rilettura della termodinamica della termoelettricità e dei processi di trasporto, agli

allievi sarà proposto un percorso che, attraverso la progettazione e l'analisi delle proprietà di materiali strutturalmente complessi (inorganici ed organici), evidenzierà la stretta connessione tra struttura, difettualità e nanostruttura dei materiali e le loro proprietà di trasporto - non solo termoelettriche.

Spazio sarà anche dato ad ambiti di ricerca particolarmente attivi, dalla *spin-caloritronics* al trasporto di carica nei polimeri - come pure ad alcuni contesti applicativi di particolare rilievo per il recupero del calore.

Naturalmente un corso non è fatto solo di un'idea ma soprattutto dai suoi docenti.

Narducci ha invitato per questo Jeff Snyder a co-dirigere il corso e, con l'essenziale supporto del segretario scientifico Carlo Fanciulli, si è proceduto a raccogliere attorno all'idea di Varenna 2019 un gruppo di docenti che non è eccessivo definire di prim'ordine. Oltre a Snyder e Narducci, la fisica dei fenomeni termoelettrici sarà oggetto delle lezioni di Giuliano Benenti, dell'Insubria, Joseph Heremans (Ohio State) e Riccardo Rurali (ICMAB). I ma-

teriali inorganici per la termoelettricità verranno invece coperti da Juri Grin (Max Planck) e Franck Gascoin (CRISMAT), mentre per gli organici si succederanno nomi del calibro di Kunihito Koumoto (Nagoya) e Henning Siringhaus (Cambridge). Gli aspetti più applicativi saranno infine appalto di scienziati più giovani: Neophytos Neophytou (Warwick) parlerà di disegno computazionale di nuovi materiali mentre i nostri Carlo Fanciulli e Bruno Lorenzi discuteranno con accenti diversi di generatori termoelettrici.

Il programma delle lezioni è a pagina 5 di questo *Bollettino*. Ulteriori dettagli sul corso e sui docenti sono reperibili sul [sito del corso](#) (ufficioso ma continuativamente aggiornato) mentre per ulteriori informazioni o semplicemente per chiedere di essere inseriti nella mailing list del corso si può scrivere a [varenna.te2019@gmail.com](mailto:varenna.te2019@gmail.com)

Anche se il corso ha un costo più che ragionevole anche per un paese ex-ricco come il nostro (i 900 euro di iscrizione comprendono tutto, e resta solo da pagare il viaggio fino

(Continua a pagina 5)

## Anno 5, Numero 5

### Segnalazioni dalla letteratura

Dopo quasi due mesi di latitanza dalle colonne dei giornali a più alto impatto, negli ultimissimi giorni il termoelettrico torna alla ribalta con parecchi lavori di grande interesse.

Una collaborazione tra Cina, Giappone e USA pubblica su [Nat. Mater.](#) un lavoro in cui viene riportata la crescita di stanene di alta qualità su Cu (111) attraverso epitassia con

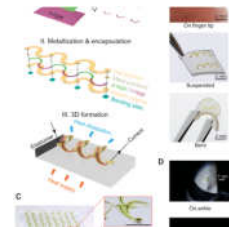
fasci molecolari a bassa temperatura. Lo studio evidenzia la formazione di stanene ultrapiatto, con una struttura elettronica anomala che potrebbe essere di interesse nella realizzazione di prospettici dispositivi ad alta efficienza.

[Nature Comm](#) ospita i risultati ottenuti all'IREC di Barcellona relativamente allo sviluppo di tessuti realizzati a partire da

nanostrutture di silicio. Le densità di potenza riportate sono superiori a  $100 \text{ W/m}^2$  a  $1000 \text{ K}$ , e aprono quindi una significativa opportunità per il recupero di calore residuo.

Jeff Snyder coordina un ampio consorzio sino-americano che pubblica su [Science Advances](#) un lavoro teso a superare alcune

(Continua a pagina 4)



Nanoriccioli di silicio: Snyder su [Science Advances](#)

### Convegni e Scuole

A fine novembre l'ultimo appuntamento dell'anno con i grandi convegni generalisti sui materiali. L'[MRS Fall Meeting](#) si terrà come di tradizione a Boston, quest'anno con qualche giorno di anticipo (25–30 novembre). Una sessione, la [TP03](#), verterà sulla termoelettricità, anche se con uno sguardo ampio e trasversale. Ne daremo ampiamente conto nel prossimo numero del *Bollettino*

Se l'anno va a finire, già si scaldano i motori per un 2019 ricco di occasioni di incontro e di scambio.

Febbraio bolognese per il GiTe 2019, che si svolgerà il 20 e il 21 febbraio 2019 presso il CNR di Bologna. Già attivo il [sito web congressuale](#) con le scadenze e le modalità di registrazione. Deadline per i contributi: 7 dicembre.

Nella primavera 2019 tanto l'MRS quanto l'E-MRS preparano sessioni sulla termoelettricità nell'ambito delle loro consuete assisi. Partendo dall'[E-MRS Spring Meeting](#), che nel 2019 si terrà nella vicinissima Nizza dal 27 al 31 maggio, segnaliamo la sessione I (*Recent developments in thermoelectric materials and applications*). Deadline per i contributi il 15 gennaio 2019.

La MRS risponde nella più remota Phoenix con la sessione EP13 dello [Spring Meeting](#) (22–26 aprile). Troppo tardi per i contributi, curiosamente già chiusi al 31 ottobre 2018.

Come poi noto, l'ICT 2019 si svolgerà quest'anno in Corea congiuntamente con la conferenza della *Asian Association of Thermoelectricity*, nella suggestiva città di Gyeongju, dal 30

giugno al 4 luglio 2019.

Abstract entro il 1 marzo, *early registration* entro il 30 aprile. Ulteriori informazioni sul [sito ICT](#).

Se la Corea è lontana, più vicina invece è Cipro, che accoglierà i congressisti per la [ECT 2019](#). L'organizzazione procede a pieno ritmo. Data ultima per gli abstract il 31 maggio. Non da escludere che Cipro possa ospitare anche un *satellite meeting* di interesse per AIT. Ci stiamo lavorando e vi faremo sapere al più presto ma, intanto, segnate sul calendario le date della conferenza europea: 23–25 settembre 2019.

Si avvicinano le scadenze del GiTe 2019



Spincaloritronica e dintorni: Jos Heremans

## Bollettino dell'Associazione Italiana di Termoelettricità



Davide Beretta ha coordinato la review sui termoelettrici apparsa su *MS & E R*

Trucchi e  
Bellucci su  
*Advanced  
Energy  
Materials*



Kanishka Biswas su *Angewandte Chemie*

(Continua da pagina 3)

tipiche limitazioni dei dispositivi termoelettrici miniaturizzati. La soluzione proposta realizza matrici interconnesse di eliche ottenute utilizzando nastri micrometrici di silicio monocristallino. I risultati suggeriscono una strategia scalabile per l'impiego di film sottili rigidi in generatori in grado di conformarsi anche a materiali morbidi — con un ovvio impatto sulle possibilità di realizzare sistemi per il *body heat harvesting*.

Snyder raddoppia sulla nuovissima *Communications Physics* sempre della galassia *Nature*, con un lavoro di tutt'altro tenore, focalizzato sulla resistenza termica di interfacce e bordi di grano. Analizzando i difetti estesi come collezioni di difetti lineari, viene dimostrata una transizione nel regime di scattering dei fononi in funzione del rapporto tra lunghezza d'onda dei fononi stessi e taglia dei difetti. Il modello interpreta tanto la dipendenza dalla temperatura quanto quella dalla frequenza fononica di processi di scattering.

Biswas pubblica su *Angewandte Chemie* uno studio relativo alla possibilità di ottenere calcogenuri di germanio di tipo n attraverso la formazione di soluzioni solide di GeSe e AgBiSe<sub>2</sub>.

A fugare le voci di un allontanamento dal termoelettrico, Kanatzidis torna a pubblicare sul tema un lavoro apparso su *ACS Energy Letters*. Lo studio impiega tecniche di nanostrutturazione *bottom-up* per accrescere lo *ZT* di PbTe. L'approccio adottato impiega la formazione di una lega tra PbTe, CaTe e BaTe che risulta in uno *ZT* di circa 2.2 ad alte temperature.

E chiudiamo con due lavori a firma italiana.

I colleghi e soci Daniele Trucchi e Alessandro Bellucci, in collaborazione con colleghi dell'ISM-CNR, dell'ISTEC-CNR, di Tor Vergata e della Tel Aviv University, pubblicano su *Adv. Energy Mater.* i risultati della prototipazione di un generatore solare termoionico-termoelettrico. Con un assorbimento solare maggiore del 90% e sotto luce solare concentrata esterna, il dispositivo dimostra un'efficienza totale del 6%, estremamente promettente per lo sviluppo di impianti di conversione solare ad alta concentrazione.

Dopo lunghissima gestazione, ha visto la luce qualche settimana fa il lavoro di rassegna sui materiali termoelettrici fortemente voluto da Davide Beretta e Mario Caironi. Il lungo articolo, pubblicato su *Mater.*

*Sci. Eng. R.* affronta in prospettiva storica lo sviluppo di tutte le famiglie di materiali termoelettrici, evidenziandone i punti di svolta nella corsa verso più elevati *ZT*. Senz'altro interessante non solo la straordinaria raccolta di informazioni su centinaia di vecchi e nuovi materiali ma anche (e forse soprattutto) lo sforzo teso a sottolineare la correlazione tra incremento di efficienza e lo sviluppo di una più completa comprensione delle relazioni tra struttura dei materiali, difettualità e proprietà di trasporto. Una gran buona lettura per i nostri studenti che vogliono entrare in questo affascinante settore di ricerca.

## Anno 5, Numero 5

(Continua da pagina 2)

a Varenna), borse di studio (nella forma di riduzioni parziali o totali delle spese di iscrizione) potranno essere concesse ad un limitato numero di studenti meritevoli che abbiano documentato bisogno di aiuto finanziario. Il dettaglio della procedura

di richiesta può essere richiesto sempre via mail. La decisione sulle assegnazioni delle borse di studio sarà presa direttamente dal Presidente della SIF.

In conclusione, confidiamo che i soci junior (e magari anche non tanto junior) possano voler considerare questa ottima opportunità di

formazione e di scambio di conoscenze chiedendo l'iscrizione al corso. A tutti i soci va ovviamente il caloroso invito a dare la massima diffusione internazionale all'iniziativa attraverso la propria rete di collaborazioni.

*Jeff Snyder*

*Dario Narducci*

*Carlo Fanciulli*

	Monday, 15 July	Tuesday, 16 July	Wednesday, 17 July	Thursday, 18 July	Friday, 19 July	Saturday, 20 July
09:00 – 10:00	Thermodynamics of Thermoelectricity	Heat transport in solids	Inorganic-Organic Intercalation Compounds	Thermoelectricity at the nanoscale	Charge and Heat Transport in Organics	Materials processing
10:00 – 11:00	Thermodynamics of Thermoelectricity	Heat transport in solids	Inorganic-Organic Intercalation Compounds	Thermoelectricity at the nanoscale	Charge and Heat Transport in Organics	Materials processing
11:00 – 11:30	Coffee break					
11:30 – 12:30	Thermodynamics of Thermoelectricity	Heat transport in solids	Chalcogenides	Thermoelectricity at the nanoscale	Heat conversion in hybrid solar harvesters	Heat conversion in hybrid solar harvesters
	Lunch					
14:30 – 15:30	Physics of thermoelectric phenomena	Novel Inorganic Materials	Silicon and silicides	Computational Design of Thermoelectrics	Spin-caloritronics	<i>Departures</i>
15:30 – 16:30	Physics of thermoelectric phenomena	Novel Inorganic Materials	Silicon and silicides	Computational Design of Thermoelectrics	Spin-caloritronics	
16:30 – 17:30	Physics of thermoelectric phenomena	Novel Inorganic Materials	<i>Excursion</i>	Computational Design of Thermoelectrics	Spin-caloritronics	
17:30 – 18:30		Design of thermoelectric harvesters				

## Associazione Italiana di Termoelettricità

Presidente: Dario Narducci

[associtalte@gmail.com](mailto: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](http://ait.ieni.cnr.it)

AIT è anche su [Facebook](#) e su

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

[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](http://ait.icmate.cnr.it)

## Come iscriversi all'AIT

Il modulo di iscrizione può essere richiesto a [associtalte@gmail.com](mailto: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.

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.