

In primo piano:

- Non solo 'Queen of Carbon' — è scomparsa Millie Dresselhaus
- Torino ha ospitato le Giornate della Termoelettricità 2017
- Si infittisce l'agenda dei convegni 2017 sul termoelettrico

L'Editoriale

## Mildred Dresselhaus (1930 — 2017)

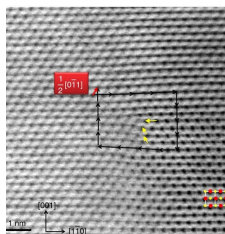
Millie Dresselhaus ci ha lasciati il 20 febbraio. E' morta come forse avrebbe voluto, colpita da un ictus mentre era nel suo laboratorio all'MIT. Aveva 87 anni. Sembra del tutto inutile spendere spazio su queste colonne per spiegare chi sia stata Millie Dresselhaus per lo sviluppo della termoelettricità e per la sua rinascita come uno dei campi della fisica dei fenomeni di trasporto più vitali e ricchi. E sarebbe forse noiosa la lista degli ambiti in cui Dresselhaus ha contribuito alla crescita della fisica dello stato solido e dei materiali in più di mezzo secolo di lavoro, a partire dalla fisica delle nuove fasi del carbonio e alle bionanotecnologie. In coda a questo breve articolo forniremo una bibliografia minima, per chi

volesse rileggere i suoi lavori più importanti. Forse è però più giusto (e magari utile) ricordare come Millie Dresselhaus sia stata una delle prime donne (e in alcuni casi la prima donna in assoluto) ad avere interrotto la tradizione ottocentesca che vedeva scienze e tecnologie (e fisica e ingegneria in particolare) come territorio di pertinenza pressoché esclusivo degli uomini. Dresselhaus nasce a New York, da una famiglia di immigrati polacchi. Trascorre la sua adolescenza nel Bronx, studiando in classi in cui, come ebbe a ricordare, l'impegno principale dei suoi professori era quello di tenere un minimo d'ordine — e solo nei ritagli di tempo si insegnavano qualcosa. Conse-

gue il suo MS a New York per poi approdare a Cambridge e Harvard. La sua tesi di dottorato la svolge a Chicago, dove incontra Enrico Fermi che, ben più del suo tutore di tesi (che in più occasioni le spiega come ritenga inopportuno che una donna studi fisica...), la segue e la supporta nel suo lavoro. "Fermi è la chiave di tutta la storia", ebbe a dichiarare in occasione del premio Kavli. "Quello che ho imparato da lui è stata l'importanza di avere la più ampia comprensione possibile della scienza, in modo da poter sfruttare le nuove opportunità che la scienza offre per servire veramente la società." Da Chicago Dresselhaus passa a Cornell e poi ai Lincoln Labs come post-

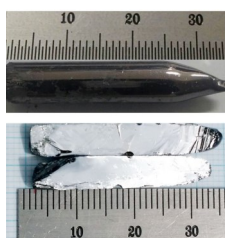
(Continua a pagina 4)

## Bollettino dell'Associazione Italiana di Termoelettricità



Dislocazioni in soluzioni solide di  $\text{Pb}_{0.95}\text{Sb}_{0.033}\text{Se}$

International  
Workshop on  
Thermoelectric  
Materials a Cork



Cristallo singolo di SnSe

### Breakthrough!

In questo bimestre *Nature Communications* ospita ben cinque lavori sulla termoelettricità.

[Crispin](#) pubblica un lavoro relativo all'impiego di materiali termoelettrici per la realizzazione di "transistor termici" — più esattamente transistor con gate controllati dal potenziale termoelettrico.

Sono invece le dislocazioni all'interno dei grani di  $\text{Pb}_{1-x}\text{Sb}_{2x/3}\text{Se}$  ad aumentarne lo  $zT$  in un recente articolo di una [collaborazione cino-](#)

[americana](#).

Tutta [danese](#) la dimostrazione dell'effetto benefico della *valleytronics* sulle proprietà di un materiale relativamente nuovo come il  $\text{Mg}_3\text{Sb}_2$ .

[Ricercatori coreani](#) riportano poi uno  $ZT$  di 2.2 in cristalli singoli di SnSe di tipo n drogati con Bi.

[Heremans](#) dimostra infine sperimentalmente la possibilità di effetto Seebeck di spin in composti di conduttori ferromagnetici (Ni o

MnBi) contenenti nanoparticelle metalliche con forti interazioni spin-orbita (Pt o Au).

Ci spostiamo in conclusione su [NPG Asia Materials](#) che riporta invece un interessante articolo relativo all'effetto di livelli risonanti nell'incremento delle proprietà termoelettriche di  $\text{In}_x\text{Ge}_{1-x}\text{Te}$ .

### Convegni e scuole

L'elenco dei convegni e scuole sulla termoelettricità per il 2017 si allunga. Mentre vi ricordiamo l'[International Forum on Thermoelectricity](#) che si terrà a Belfast dal 15 al 18 maggio 2017, sono scaduti i termini per l'invio di abstract per l'[ICT 2017](#) di Pasadena, dal 30 luglio al 3 agosto.

Si scalda invece la macchina organizzativa dell'[IUMRS 2017](#), con la sua sessione sui termoelettrici che è anche il congresso continentale della *Asian Thermoelectric Association* (Kyoto, 27 agosto - 1° settembre).

Come annunciato a Torino, l'[ECT 2017](#) di Padova (25—27

settembre 2017) prevederà molto probabilmente una scuola intensiva sulla termoelettricità — un'ottima occasione per i *newcomers* di ogni età.

Si aggiungono al già lungo elenco l'[EUROMAT 2017](#) (Salonico, 17—22 settembre, subito prima dell'ETC) con una sessione (E3) su "*Materials for Energy harvesting*"; il [232<sup>nd</sup> Electrochemical Society Meeting](#) a National Harbor (MD, USA) dall'1 al 6 ottobre che ospita una sessione (la G04) sul termoelettrico; e l'[E-MRS 2017 Spring Meeting](#) (Strasburgo, 22.—26 maggio) con una sessione sui termoelettrici inorganici (la H).

Su scala più piccola segnaliamo anche due *workshop*. Cork (Irlanda) ospiterà l'[International Workshop on Thermoelectric Materials: From Theoretical Design to Industrial Application](#) (3—6 luglio 2017) mentre a Lubiana si terrà dal 4 al 6 ottobre la [53<sup>rd</sup> International Conference on Microelectronics, Devices and Materials](#) che prevederà un Workshop su "*Materials for Energy Conversion and their Applications: Electrocalorics and Thermoelectrics*".

Insomma, le occasioni per parlare di termoelettricità proprio non mancano.

## Anno 4, Numero 1

### Bandi

E' ancora aperto (ma per poco – scadenza il 15 marzo) il [bando IIT](#) per una post-doctoral position nel settore dei materiali termoelettrici organici e ibridi. Sede di lavoro il Politecnico di Milano.

Ricordiamo a quanti fossero

interessati ai bandi (che per loro natura sono merce volatile...) che tutte le call di cui abbiamo notizia sono condivise in tempo reale attraverso Twitter (@AIT\_ItTS) e automaticamente riprese sulla pagina [Facebook](#) dell'AIT.

### Industria e dintorni

Bimestre vivace sul fronte industriale.

La O-Flexx, piccola spin-off con sede a Duisburg in Germania, è stata recentemente acquisita dal gigante tedesco [Mahle](#), che intende estendere la propria attività nell'ambito termoelettrico. "Con l'acquisizione di O-Flexx, MAHLE sta intensificando le sue operazioni per includere la tecnologia termoelettrica nel proprio portfolio di prodotti e sta ponendo così le basi per sviluppare soluzioni di riscaldamento e raffreddamento innovativo nel settore *automotive*", spiega Wolf-Henning Scheider, Presidente del consiglio di amministrazione e CEO di Mahle.

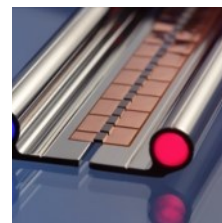
Yamaha rafforza la sua presenza nel settore termoelettrico stipulando un [contratto](#) di ricerca con il DLR in Germania per lo sviluppo di sistemi

termoelettrici di recuperi energetico nei veicoli automobilistici.

Novità anche dalla Danimarca. La [TEGnology ApS](#) entra sul mercato dei TEG dopo anni di progettazione con il suo primo prodotto, il FLIP-TEM 36, un'unità TEG di bassa temperatura a 36 gambe, con un'area di scambio termico di  $21.8 \times 18 \text{ mm}^2$  e uno spessore di 4 mm, in grado di fornire fino a 1.2 mW su un gradiente di  $40^\circ\text{C}$  di temperatura tra  $60^\circ\text{C}$  e  $20^\circ\text{C}$  — ma capace di operare fino a  $125^\circ\text{C}$ .

Sul fronte nazionale, [Veil Energy](#) ha presentato ufficialmente a Bolzano il 16 marzo la sua prima implementazione di TEG per il recupero energetico. Qualche anticipazione sul sistema è stata fatta al GiTe di Torino ma ulteriori dettagli sul prodotto saranno condivisi appena disponibili

attraverso il servizio email dell'AIT, che è stata presente con il suo presidente alla presentazione dell'applicazione.



La O-Flexx viene acquisita dalla Mahle

Yamaha e DLR svilupperanno sistemi termoelettrici in ambito *automotive*



Foto di gruppo al GiTe 2017

## Bollettino dell'Associazione Italiana di Termoelettricità



Millie Dresselhaus  
con il suo famoso  
golfino rosso

«Ho imparato da  
Fermi l'importanza  
di avere la più  
ampia compren-  
sione possibile della  
scienza»



Dresselhaus riceve  
la *Presidential  
Medal of Freedom*

### L'Editoriale

(Continua da pagina 1)

doc, approdando infine all'MIT nel 1967, dove nel 1985 ottiene la prima *Institute Professorship* mai accordata ad una donna.

La carriera che segue è segnata da riconoscimenti eccezionali per un eccezionale lavoro al servizio della scienza e della società.

Nel 1990 riceve la *National Medal of Science* per le sue ricerche sulle proprietà elettroniche dei materiali e per il suo incessante sforzo per ampliare le opportunità offerte alle donne nella scienza e nell'ingegneria.

Nel 2008 viene insignita della Medaglia Oersted mentre nel 2015 riceve la Medaglia d'Onore della IEEE.

Non meno rilevanti gli incarichi nelle società scientifiche e nell'amministrazione federale. Nel 2000-2001 serve come direttore del *Office of Science* presso il DOE e dal 2003 al 2008 è presidente del *board* della *American Institute of Physics*. Presidente della *American Physical Society*, è il primo presidente donna della *American Association for the Advancement of Sciences* e tesoriere della *National Aca-*

*demy of Sciences*. Nel 2012 Dresselhaus vince il Premio Enrico Fermi e il prestigioso premio Kavli per i suoi contributi pionieristici allo studio dei fononi, delle interazioni elettrone-fonone e del trasporto termico nelle nanostrutture.

Nel 2014 Barack Obama la insignisce della *Presidential Medal of Freedom*, la più importante onorificenza civile americana.

Millie Dresselhaus lascia il marito Gene e i suoi quattro figli.

#### Millie Dresselhaus – bibliografia minima

Large area, few-layer graphene films on arbitrary substrates by chemical vapor deposition, (2009) [Nano Letters](#), 9 (1), pp. 30-35.

Edge state in graphene ribbons: Nanometer size effect and edge shape dependence, (1996) [Physical Review B](#), 54 (24), pp. 17954-17961.

High-thermoelectric performance of nanostructured bismuth antimony telluride bulk alloys, (2008) [Science](#), 320 (5876), pp. 634-638.

Raman spectroscopy of carbon nanotubes, (2005) [Physics Reports](#), 409 (2), pp. 47-99.

Electronic structure of chiral graphene tubules, (1992) [Applied Physics Letters](#), 60 (18), pp. 2204-2206.

Effect of quantum-well structures on the thermoelectric figure of merit, (1993) [Physical Review B](#), 47 (19), pp. 12727-12731.

Diameter-selective Raman scattering from vibrational modes in carbon nanotubes, (1997) [Science](#), 275 (5297), pp. 187-190.

New directions for low-dimensional thermoelectric materials, (2007) [Advanced Materials](#), 19 (8), pp. 1043-1053.

Raman spectroscopy in graphene, (2009) [Physics Reports](#), 473 (5-6), pp. 51-87.

Hydrogen storage in single-walled carbon nanotubes at room temperature, (1999) [Science](#), 286 (5442), pp. 1127-1129.

## Anno 4, Numero 1

### Le Giornate della Termoelettricità 2017: un bilancio

Nella cornice dell'Università di Torino si è tenuta dal 22 al 23 febbraio l'annuale incontro della comunità termoelettrica italiana. Bilancio come sempre assai positivo. La conta degli iscritti si è alla fine assestata su un tondissimo cinquanta, di cui sei partecipanti da aziende -- un risultato di tutto rilievo. Perfetta l'organizzazione curata dai colleghi Castellero e Baricco, che sono riusciti ad organizzare una cena sociale di straordinaria qualità.

Sul versante scientifico, si conferma l'ampiezza di interessi della nostra comunità, che ha coperto con interventi di ottimo livello tutte le tematiche di maggiore rilievo nell'ambito termoelettrico, con sessioni molto interessanti sulle skutteruditi, sui sistemi nanostrutturati e sui termoelettrici organici, cui hanno fatto seguito sei comunicazioni sui dispositivi e tre su problematiche più specificamente teoriche. Spazio anche per i nuovi materiali nella sessione finale.

Molto apprezzata la *keynote* di Francesco Rossella, giovane ricercatore del NEST/SNS (che ha sostituito all'ul-

timo momento Giuliano Benenti, trattenuto da un piccolo problema di salute) e che ha discusso varie categorie di nanosistemi anche dal punto di vista della loro non sempre facile caratterizzazione.

Tra i contributi, tutti davvero di buon livello, segnaliamo i due che sono stati premiati come migliori comunicazioni *juniores*. Alessia Famengo dell'ICMATE di Padova ha relazionato sulle prestazioni di nanocompositi polianilina-carbonio mentre Simone Branz dell'Università di Torino ha discusso la preparazione di skutteruditi  $p$  e  $n$  orientata all'ottenimento di una coppia di materiali con coefficienti di espansione simili.

Il clima della conferenza ha visto l'abituale apertura e convivialità, e ha ospitato un ampio momento di discussione sulle possibili iniziative a livello internazionale per superare l'attuale *impasse* che non solo in Italia rende difficile il passaggio dall'innovazione sui materiali alla loro applicazione prototipale.

L'Assemblea dell'AIT, tenuta come di consuetudine nel pomeriggio della prima

giornata, ha visto rinnovarsi l'invito a tutti i soci di contribuire con il massimo pro-selitismo alla crescita dell'Associazione, anche al fine di permettere la sua trasformazione in associazione con personalità giuridica — una condizione che permetterebbe ad AIT di relazionarsi in maniera più efficace con le istituzioni pubbliche nazionali e internazionali.

Per il 2018 l'appuntamento è a Genova, ospiti del Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale.

## 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, Carlo Fanciulli, Giovanni Pennelli

Sito web: [ait.ieni.cnr.it](http://ait.ieni.cnr.it)

Consiglio Direttivo: Umberto Anselmi-Tamburini, Simone Battiston, Alberto Castelleri, Bruno Lorenzi, 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](http://ait.icmate.cnr.it)

## Come iscriversi all'AIT

Il modulo di iscrizione è [scaricabile](#) dalla rete.

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

50 €;

- socio sostenitore, con una quota di iscrizione di 100 € — 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.