

E8 dalla chimica alle teorie di stringa e alla matematica



Gruppo Eratostene

Abstract

In this paper we talk about Lie's group E8, very important in physics chemistry and string theory.

Riassunto

In questo lavoro parleremo del gruppo di simmetria E8, il più grande dei cinque gruppi eccezionali di Lie; e importante in fisica e chimica, oltre che in matematica. perché permette di spiegare almeno parzialmente alcuni fenomeni fisici e chimici. E8 infatti spunta fuori in chimica, ma anche nelle teorie di stringa

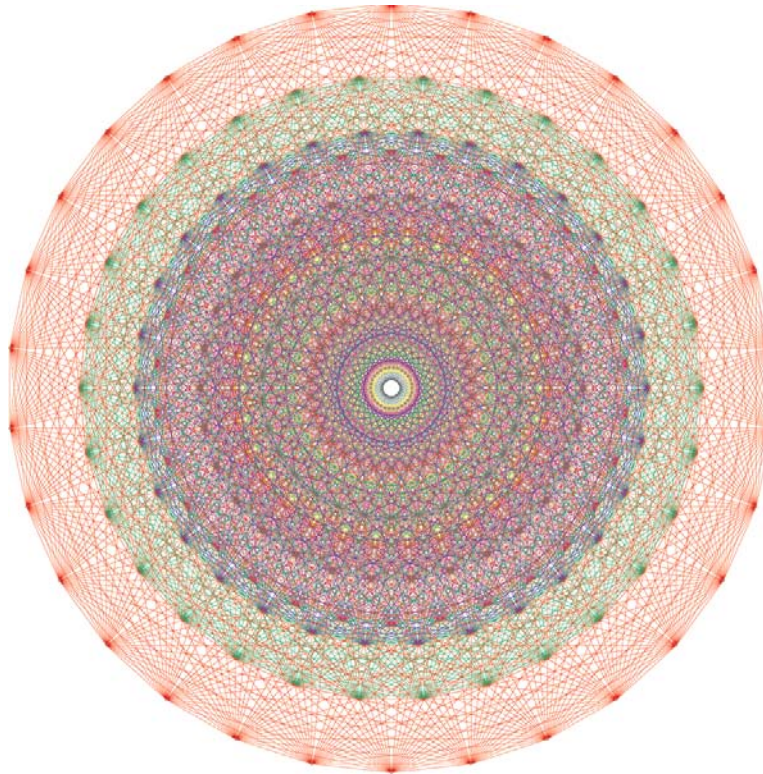
Introduzione

Il gruppo di Lie eccezionale E8 è molto importante in chimica, fisica e matematica, e permette di studiare meglio fenomeni chimici, tramite anche il numero aureo 1,618 dei numeri di Fibonacci, ma anche la teoria delle stringhe, a causa della sua connessione con la simmetria dei fenomeni naturali, alla quale è connessa anche la serie di Fibonacci (Rif. 1))

Tra i cinque gruppi eccezionali di Lie, (Rif.1 e Rif 2), E8 è il più grande e più importante, poiché permette di studiare molti fenomeni naturali, da alcune molecole come il niobato di cobalto alle stringhe alle dimensioni dell'universo alle Toe (vedi seguente accenno alla Toe di Garrett Lisi)

Citeremo alcuni brani di Wikipedia o di nostri e/o altrui lavori per illustrare meglio le caratteristiche e la storia (Rif. 2 di Sophus Lie) e quindi anche la sua importanza in chimica, fisica, e matematica, per i molti lettori interessati a questo argomento.

Innanzitutto cominciamo con l'immagine di E8, tratta da Wikipedia, voce **“Immagini realtive a Garrett Lisi”**



Proseguiamo con un paragrafo (In chimica” della voce di Wikipedia “Successione di Fibonacci” per evidenziare la connessione di E8 con Fibonacci:

In chimica [\[modifica\]](#)

Recentemente in Germania scienziati internazionali hanno scoperto la comparsa del numero aureo 1,618 insieme al gruppo di simmetria E8 in un composto chimico (niobato di cobalto), portato artificialmente in uno stato quantistico critico (l'equivalente quantistico dei frattali).

Tramite il principio geometrico delle teorie di stringa si può trovare che i numeri di Fibonacci conservano la simmetria e sono abbastanza vicinissimi ai "Numeri di Lie", sui quali, invece, si basano i cinque gruppi eccezionali di simmetria G2, F4, E6, E7, E8.

E8 è proprio il gruppo coinvolto in tale recente ed importante scoperta. E8 ha dimensione 57, che è un numero di Lie per $n = 7$, infatti $7^2+7+1=57$, vicinissimo al numero di Fibonacci $55=7^2+7-1$ (i numeri di Lie e i numeri di Fibonacci hanno quindi lo stesso DNA geometrico (simmetria) e numerico corrispondente (parabola n^2+n+1 per i numeri di Lie, $n^2+n\pm c$ con n primo e c molto piccolo). Ma il numero 248, collegato a E8, è anche $248 = 15^2+15+8=225+15+8$ con numero vicino di Fibonacci $233=15^2+15-7$

E anche con il commento “E8, l’universo e tutto quanto” di uno di noi (Michele Nardelli), sul nostro sito www.gruppoeratostene.com (sezione “Articoli di Fisica - Matematica sul suo nuovo sito <http://nardelli.xoom.it/virgiliowizard/>)

“Scoperto il legame tra la sezione aurea e la simmetria

Scrivo questo post per informare i lettori su una scoperta che lega la sezione aurea alla simmetria. Il titolo del lavoro pubblicato è: **Quantum Criticality in an Ising Chain: Experimental Evidence for Emergent E8 Symmetry**. Qui di seguito il riassunto:

E8, l’Universo e tutto quanto

2010 febbraio 8

tags: [algebra di Lie](#), [geometria](#), [matematica](#), [teoria delle stringhe](#)

by Federica Sgorbissa

Una struttura matematica legata alla teoria delle stringhe è stata osservata per la prima volta nella realtà

NOTIZIE – Se la “Guida galattica per autostoppisti” anziché Douglas Adams, celeberrimo scrittore di fantascienza, l’avesse scritta un fisico esperto di stringhe, alla “domanda fondamentale sulla vita, l’Universo e tutto quanto”, *Pensiero Profondo*, il secondo più grande computer dell’Universo del Tempo e dello Spazio, anziché “42” avrebbe potuto rispondere “E8”. E8, (per esteso Exceptional Lie Group E8) è una struttura simmetrica complessa che fino ad oggi era solo un costrutto teorico avanzato dai matematici e che secondo alcuni **ha un ruolo nella teoria delle stringhe**, una delle possibili “teorie del tutto”. Oggi un gruppo di fisici inglesi e tedeschi dichiara di aver osservato la struttura per la prima volta nella realtà.

Gli scienziati hanno raffreddato un cristallo di cobalto e niobio fino a temperature vicine allo zero assoluto e come si legge nell’articolo pubblicato su *Science*, quando hanno applicato un campo magnetico crescente al cristallo, nella configurazione elettronica sono apparse delle strutture spontanee che richiamavano appunto l’E8. Questa struttura di simmetria dagli anni ‘70 è stata messa in connessione con la teoria delle stringhe, una delle candidate a “teoria del tutto”, e cioè una teoria che colleghi assieme tutti i fenomeni fisici conosciuti in un unico, ed elegante, corpo matematico. Nel 2007 Garreth Lisi, fisico freelance, ha addirittura proposto una nuova teoria del tutto, basata appunto sull’E8.

Tutto ciò resta da provare, ma Radu Coldea e colleghi sono comunque entusiasti di aver osservato i primi indizi della presenza dell’E8 in natura. Banalmente per gruppi di simmetria si intendono tutte le possibilità che un oggetto geometrico ha di ruotare senza cambiare aspetto. Un quadrato per esempio può ruotare in senso orario e antiorario di 90° e restare sempre identico a se stesso. Tutte le rotazioni che il quadrato può eseguire in questo modo rappresentano un gruppo di simmetria. Il cerchio può fare anche di più, nel senso che può ruotare di qualsiasi angolo e restare sempre identico. In questo caso il gruppo di simmetria è detto continuo. Detto in maniera informale i gruppi di simmetria di Lie (concetto scoperto nel 1887 dal matematico norvegese Sophus Lie), di cui E8 fa parte, sono dei gruppi di simmetria continui, che possono ricordare quello di un cerchio.

Coldea e colleghi, applicando il campo magnetico al cristallo hanno modificato il valore di spin degli elettroni nel materiale. Lo spin è una proprietà fondamentale delle particelle elementari: lo spin di un elettrone può trovarsi in uno solo di due possibili stati. Gli scienziati da un certo valore di campo magnetico in poi (5.5 Tesla), in corrispondenza di quello che viene chiamato punto quantistico critico, si aspettavano di osservare una disposizione casuale degli spin elettronici nel cristallo e invece quello che hanno visto al crescere del campo è stato che gli spin si distribuivano secondo certi pattern regolari.

Radu ritiene che questa scoperta abbia importanti implicazioni in fisica quantistica. “Questi risultati suggeriscono che simmetrie nascoste simili a questa governino la fisica di altri materiali vicino ai punti quantistici critici, in cui gli elettroni si organizzano secondo regole quantistiche per ottenere interazioni forti.”

Praticamente, i ricercatori hanno analizzato un materiale magnetico - il niobato di cobalto - composto di atomi magnetici collegati tra loro che formano catene della grandezza di un atomo. Secondo i ricercatori, il niobato di cobalto è utile se si vuole descrivere il ferromagnetismo della materia solida a scale infinitesimali.

Il gruppo di ricerca sostiene che la catena magnetica si trasforma in un nuovo stato chiamato “critico quantistico” quando si applica un campo magnetico ad angolo retto a spin allineati. Il critico quantistico, dicono gli esperti, può essere considerato come la versione quantistica dei modelli frattali.

“Il sistema raggiunge una indeterminatezza quantistica - ovvero il paradosso del gatto teorizzato da Schrodinger [ossia, la contemporanea presenza di due condizioni diametralmente opposte]”, spiega il professor Alan Tennant dell’Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie (HZB), in Germania, coautore dello studio. “Ecco cosa abbiamo fatto nel corso dei nostri esperimenti con il niobato di cobalto. Abbiamo calibrato il sistema in modo da farlo arrivare allo stato critico quantistico”.

I ricercatori hanno scoperto che al momento della calibrazione del sistema e della introduzione artificiale di una indeterminatezza quantistica in quantità superiore, la catena atomica si comportava come una corda di chitarra

a livello nanoscala. È stata utilizzata una sonda particolare - il "dispersore di neutroni" - che ha permesso di visualizzare le effettive vibrazioni che, a livello di sistema, si producevano a scala atomica.

"Qui la tensione deriva dall'interazione tra gli spin. Questa tensione ne provoca la risonanza magnetica", dice l'autore principale dello studio, il dottor Radu Coldea dell'Università di Oxford, nel Regno Unito. "Per queste interazioni abbiamo trovato una serie (ossia, una scala) di note risonanti: le prime due note dimostrano di avere, tra di loro, una perfetta relazione. Le loro frequenze (ossia, i picchi) sono nell'ordine di 1.618..., che è, appunto, la famosa sezione aurea dell'arte e dell'architettura".

La scienza dice che, nell'arte e nella matematica, due quantità rientrano nella sezione aurea se il rapporto tra la somma delle quantità e la quantità maggiore è uguale al rapporto tra la quantità maggiore e quella inferiore. Il dottor Coldea sottolinea che questa non è una coincidenza. "Essa rispecchia una bellissima proprietà del sistema quantistico, ossia una simmetria nascosta. Ed è una simmetria speciale, quella che i matematici chiamano E8, per la prima volta osservata in un materiale".

Da diversi anni, nei miei articoli, mi occupo delle connessioni tra alcuni settori della Teoria delle Stringhe e della Teoria dei Numeri, principalmente i numeri p-adici, i numeri di Fibonacci, e la sezione aurea. Leggendo l'articolo, deduco che questo potrà essere una importante conferma delle tante connessioni che ho trovato. L'articolo oltre ad essere affascinante, secondo me andrebbe approfondito dal punto di vista delle connessioni con la teoria delle stringhe.

Qui di seguito i links dei miei lavori dove tratto, in svariati argomenti, le connessioni tra stringhe e sezione aurea

<http://150.146.3.132/866/01/NardErPa1.pdf>

<http://150.146.3.132/647/01/NardTurccp.pdf>

<http://150.146.3.132/968/01/NarTuCo1.pdf>

<http://150.146.3.132/1032/01/NardMarc4.pdf>

Qui di seguito i link per accedere al lavoro del Coldea e dei suoi collaboratori

http://www.physics.ox.ac.uk/quantum-magnetism/selected_publications.htm

<http://www.sciencemag.org/cgi/content/full/327/5962/177?ijkey=0MPWafy0y5aMs&keytype=ref&siteid=sci>

E8 in fisica

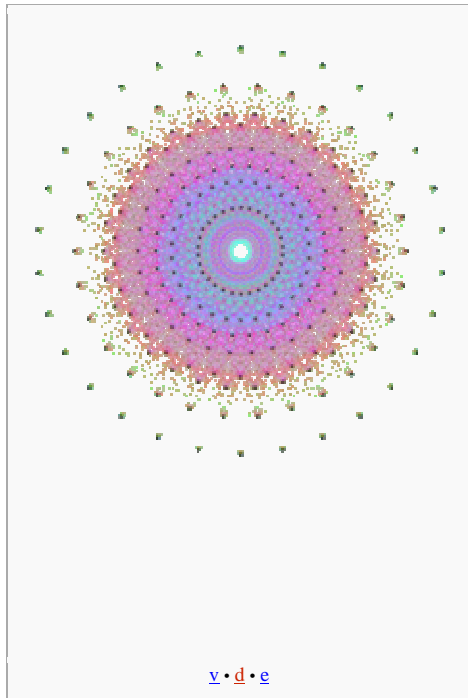
Da Garrett Lisi "An exceptional Simple Theory of Everithing" di A.Garrett Lisi, sul sito

en.wikipedia.org/.../An_Exceptionally_Simple_Theory_of_Everything

dal quale riportiamo parzialmente :

"An Exceptionally Simple Theory of Everything is a [preprint](#) proposing a basis for a [unified field theory](#), which attempts to describe all known [fundamental interactions](#) in [physics](#), and to stand as a possible [theory of everything](#). The preprint was posted to the physics [arXiv](#) by [Antony Garrett Lisi](#) in November 2007,^[1] and was not submitted to a [peer-reviewed scientific journal](#).^[2] The title is a [pun](#) on the algebra used, the [Lie algebra](#) of the largest "[simple](#)," "[exceptional](#)" [Lie group](#), [E₈](#).

[Lie groups](#)



The theory "received accolades from a few physicists amid a flurry of media coverage," but also "widespread skepticism."^[3] [Scientific American](#) reported in March 2008 that the theory was being "largely but not entirely ignored" by the mainstream physics community, with a few physicists picking up the work to develop it further.^[4] In a critical paper^[5] published in [Communications in Mathematical Physics](#), [Jacques Distler](#) and [Skip Garibaldi](#) state that Lisi's theory, and a large class of related models, cannot work.

As of May 2008 Lisi's preprint was the most downloaded article in the arXiv.^[6]

A new preprint on the theory was posted to the arXiv by Lisi in June 2010,^[7] and submitted for peer review and publication. [Scientific American](#) reported in September 2010 on a conference inspired by Lisi's work.^[8]"

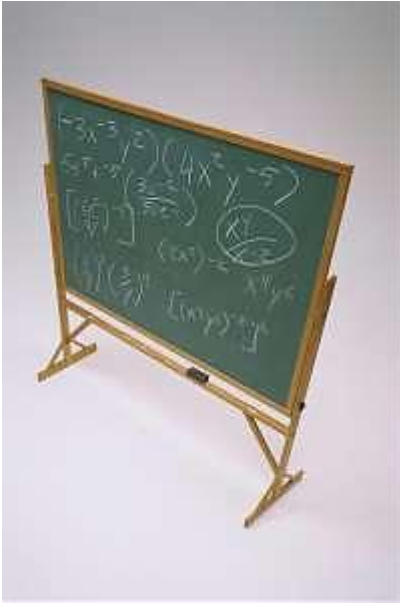
E8 in Matematica

Da "Misteri matematici, ecco il calcolo più complesso del mondo" di Luigi Bignami, sul sito [La Repubblica.it](#) - Tecnologia&Scienze

**Gli studiosi: per scriverlo ci vorrebbe un foglio grande quanto Manhattan
Quattro anni di lavori e un supercomputer per arrivare alla "mappatura"
dell'E8**

**Misteri matematici, ecco il calcolo
più complesso del mondo**

di LUIGI BIGNAMI



ROMA - Per quattro anni consecutivi un gruppo di diciotto matematici, chiusi nei loro laboratori sparsi in diverse parti del mondo, ha lavorato attorno ad uno dei calcoli più complessi e astratti mai realizzati. Ieri, finalmente, sono usciti allo scoperto e hanno mostrato al pubblico la loro scoperta: la "mappatura dell'E8 per spiegare la sua simmetria". Di che si tratta? Spiega il professor Claudio Procesi del dipartimento di matematica dell'università della Sapienza: "Quanto realizzato è senza dubbio uno dei calcoli più complessi effettuati con un calcolatore". La fine dei lavori e la soluzione al problema è stata annunciata dall'American Institute of Mathematics.

E8 è un esempio di "Gruppo di Lie", invenzione di Sophus Lie, matematico norvegese vissuto nel diciannovesimo secolo. I Gruppi di Lie spiegano il modo con il quale oggetti simmetrici possono ruotare mostrandosi all'osservatore sempre allo stesso modo. E' relativamente semplice immaginare una sfera tridimensionale ruotare attorno al proprio asse: si mostra sempre identica da qualunque angolo la si osservi. La simmetria, in questo caso, dipende dal fatto che l'oggetto ha forma sferica e tre dimensioni. Più complessa è la simmetria di un cubo perché questo solido non ha simmetrie continue, quindi non si può "ruotare con continuità", ma possiede solo 24 simmetrie dirette. Altre 48 sono definite "indirette".

E8 rappresenta invece un oggetto a 248 dimensioni che può esistere solo nella mente umana o nei calcoli matematici e non è in alcun modo rappresentabile da un oggetto. Spiega Jeffrey Adams, professore alla University del Maryland e responsabile del progetto E8: "Lo sforzo che abbiamo dovuto realizzare è paragonabile a quello richiesto per lo studio del genoma umano. Il Dna ha in sé tutte le informazioni codificate, ma lo sforzo per mapparle è stato enorme. Noi abbiamo tracciato la mappa della struttura di E8, cercando di svelare tutte le sue differenti manifestazioni. Se la gente comune pensa che siamo pazzi, in un certo senso non possiamo che dare loro ragione. Ma questa è la matematica ai più alti livelli. E' la cosa più interessante che io possa immaginare con il mio pensiero".

Ma se il progetto del genoma umano richiede una capacità di memoria di 1 gigabyte di spazio, E8 ne richiede 60. Per avere un'idea è lo stesso spazio richiesto per stivare in un lettore MP3 l'equivalente di 45 giorni di musica. Questi elementi fanno capire perché uno dei principali problemi per risolvere E8 è stato proprio il volume di dati che i calcoli del gruppo di lavoro avrebbe prodotto. Ci sono voluti due anni per programmare la formula da dare in pasto ad un computer e un ulteriore anno per trovare un calcolatore sufficientemente potente per realizzare i calcoli richiesti.

Alla fine un supercomputer Sage dell'Università di Washington ha richiesto 77 ore continue di

lavoro per ottenere la risposta. Se i calcoli per risolvere tale problema fossero stati scritti su un foglio di carta, quel foglio avrebbe avuto avere una superficie di almeno 60 chilometri quadrati.

L'aver spiegato la struttura della simmetria di E8 sembra però che non abbia alcun utilizzo pratico, anche se il professor Adams crede che in futuro potrà spiegare alcuni problemi al momento apparentemente irrisolvibili che trovano di fronti i fisici di oggi e aggiunge: "Può essere utile nello studio della "teoria delle stringhe" (la teoria della fisica secondo cui la materia, l'energia e in alcuni casi lo spazio e il tempo siano in realtà la manifestazione di entità fisiche sottostanti, chiamate appunto stringhe)".

In ogni caso Daid Vogan, professore al Massachusetts Institute of Technology, uno degli inventori della teoria che sta dietro il calcolo, sottolinea un altro aspetto: "E' stato davvero un lavoro ciclopico, ma altrettanto divertente. E' stato come scalare una montagna. Ad ogni passo che si faceva, cresceva il desiderio di arriva in cima. Beh, ce l'abbiamo fatta".

(20 marzo 2007)"

Conclusioni

Quanto sopra ci sembra più che è sufficiente, insieme a quanto si potrà leggere nei riferimenti, a dare un'idea della grande importanza del gruppo di Lie E8 (ma anche dei quattro gruppi di Lie più piccoli) in chimica, fisica e matematica.

Caltanissetta 20.1.2011

Riferimenti

1) "L'EQUAZIONE PREFERITA DELLA NATURA:

$n^2 + n + 1$ (con n primo) (alla base de numeri e dei gruppi di Lie, dei

numeri di Fibonacci, delle partizioni di numeri, delle simmetrie

e delle teorie di stringa)" , *Francesco Di Noto, Michele Nardelli*

in Sezione "Articoli di Fisica – Matematica" sul nostro sito

www.gruppoeratostene.com

2) “Storia di Sophus Lie”, Gruppo Eratostene, in sezione “Storia”, idem

e relativi riferimenti finali su E8 :

3) *“Dalle stringhe alla TOE attraverso la Teoria dei Numeri”, Francesco*

Di Noto – Michele Nardelli, idem.

4) *”FIBONACCI, DIMENSIONI, STRINGHE: NUOVE INTERESSANTI*

CONNESSIONI”, Francesco Di Noto e Michele Nardelli, idem.

5) *“An exceptional Simple Theory of Everithing” di A.Garrett Lisi, su*

“ ArXiv:0711.0770v1 [hep.th]6 Nov 2007” (già riportata parzialmente in questo lavoro nella versione di Wikipedia).

6) *” IL PIANO DI FANO, I GRUPPI DI LIE E I NUMERI DI FIBONACCI” in sezione*

“Articoli vari”.