

**SISFA**

Società Italiana degli Storici  
della Fisica e dell'Astronomia



# 1937, Palermo: la scoperta del Tecneto



**Aurelio Agliolo Gallitto**  
**Ileana Chinnici**  
**Roberto Zingales**

# L'elemento 43

L'elemento a numero atomico 43 è stato individuato per la prima volta con certezza a Palermo, nel 1937,

come risultato di una *stretta collaborazione* tra la Fisica, nei cui laboratori sono stati prodotti gli isotopi di questo elemento,

e la Chimica, le cui tecniche di separazione e identificazione hanno fornito le prove indirette, ma inoppugnabili, della sua esistenza.

# I protagonisti



**Emilio Gino Segrè**  
**(1905-1989)**



**Carlo Perrier**  
**(1886-1948)**

# Le fonti

- ✓ **I. Gambaro**, *La scoperta del Tecnezio*, Atti del VIII Convegno nazionale di Storia della Fisica, Napoli (1987) 187 – 200;
- ✓ **R. Zingales**, *From Masurium to Trinacrium: the troubled story of Element 43*, J. Chem. Ed., 82 (2005) 221 – 227, 83 (2006) 213;
- ✓ **R. Zingales**, *Chemists and Physicists searching for element 43*, Rend. Acc. Naz. Sc. , detta dei XL, serie V, vol. XXIX, parte II, tomo II (2005) 515 – 530;
- ✓ **E. Scerri**, *A Tale of 7 Elements*, Oxford University Press, NY (2013) 116 – 143.

# Palermo, anni '30



**Oggi cercheremo anche di ricostruire l'ambito scientifico universitario nel quale essa è maturata, in particolare l'ambiente della Chimica e della Fisica nell'Università di Palermo in quegli anni.**



# La Chimica a Palermo negli anni '30

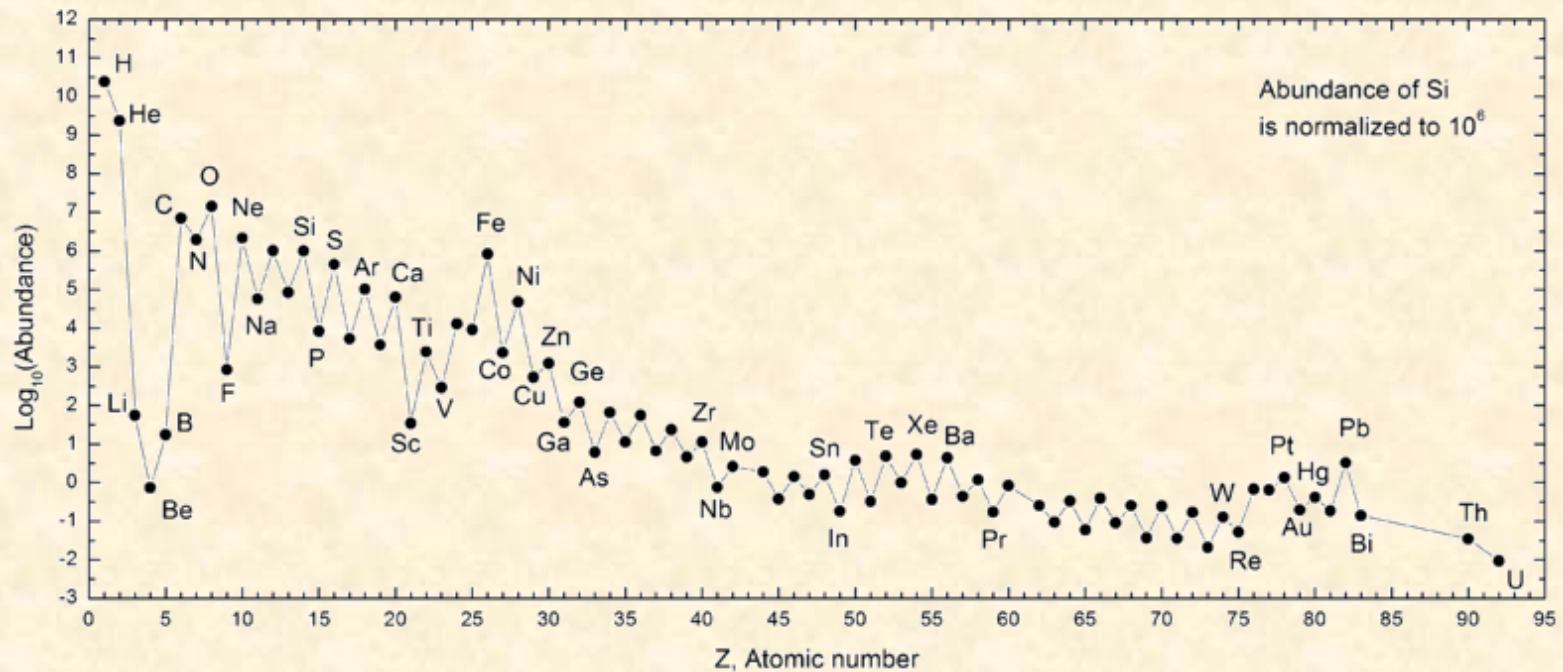


**Giuseppe Oddo  
(1865-1954)**

**L'arrivo di Segrè Palermo (1935) coincide con il pensionamento, di Giuseppe Oddo, che, dal 1° Dicembre 1917, ha tenuto la Cattedra di Chimica Generale, e la direzione dell'omonimo Istituto.**

# La regola di Oddo - Harkins

Gli elementi a numero atomico pari sono più abbondanti dei vicini a numero atomico dispari.



# La Chimica a Palermo negli anni '30



**Emanuele  
Oliveri Mandalà  
(1882 - 1971)**

**Al suo posto, dal novembre 1935, è nominato Emanuele Oliveri Mandalà, già suo assistente a Palermo, e poi professore di Chimica Farmaceutica a Siena e a Messina, dove è stato Rettore dal '32 al '35.**



# L'incontro con Perrier



**Sono colleghi nel Consiglio di Facoltà di Farmacia**

*... una simpatica persona, un vero gentiluomo piemontese, devoto a Giolitti e antifascista...*

*... conosce bene la mineralogia classica e la chimica analitica ...*

# Carlo Perrier



**Laureatosi in Chimica a Torino nel 1908, Perrier diventa assistente di Mineralogia, e, conseguita la libera docenza, è nominato professore straordinario di Mineralogia a Messina, e poi a Palermo.**

# La Fisica a Palermo negli anni '30

Segrè arriva a Palermo per occupare la cattedra rimasta vuota dopo la prematura scomparsa, a soli 53 anni, di Michele La Rosa.



**Michele La Rosa**  
**(1880 – 1933)**

La Rosa è ricordato soprattutto per la sua opposizione ad alcuni postulati della relatività, per esempio a quello che la velocità della luce sia la stessa in qualsiasi sistema di riferimento.

# La Fisica a Palermo negli anni '30

**E' stato a lungo Preside della  
Facoltà di Scienze,  
e, dal 1932, Rettore  
dell'Università di Palermo,  
a conferma del peso e del  
prestigio che negli anni aveva  
acquisito in ambito  
universitario l'Istituto di Fisica.**



# L'anno d'oro della Fisica

**Nel 1932 si realizzano alcune scoperte fondamentali, come quelle del neutrone, del positrone e del deuterio.**

**E' evidente che la Fisica sta attraversando una fase di rinnovamento e profonda evoluzione, sia per quanto riguarda le tematiche di ricerca che le strategie e la strumentazione per portarle avanti.**



# Lo stato della Fisica italiana

Fermi ha intuito che i neutroni possono rivelarsi proiettili più vantaggiosi delle particelle alfa;

sono stati scoperti molti *isotopi radioattivi*, sparpagliati su tutto il sistema periodico,

e i *neutroni lenti*, i quali, muovendosi a una velocità prossima a quella dell'agitazione termica delle molecole, sono molto efficaci nel produrre reazioni nucleari.

# Il concorso

In questo scenario si inquadra il concorso a Cattedra di Palermo e la nomina di Segrè.

*... La produzione scientifica del Segrè riguarda essenzialmente problemi di spettroscopia e fenomeni di radioattività artificiale...*

*... Nel problema della radioattività artificiale ha molto efficacemente collaborato col Fermi, e la sua attività si è particolarmente rivolta alle questioni di carattere chimico...*

# Il distacco



**Segrè soffre l'allontanamento dall'ambiente intellettualmente e sperimentalmente stimolante di Via Panisperna.**

**Decide che questa può essere l'occasione per impiantare a Palermo una scuola di Fisica moderna, all'altezza di quella di Roma.**

# La nuova sede



**Sa che a Palermo non troverà niente altro che un edificio, per altro appena ultimato, e quindi da attrezzare e organizzare, e si sente come un missionario in partenza per le missioni.**

# L'organizzazione dell'Istituto



**L'Istituto si è do poco trasferito nel nuovo edificio di Via Archirafi 36, dove trova**

***stanze grandissime e spazio sprecato, e apparecchi e attrezzature del secolo scorso, o non esistenti.***



# Il personale

Un assistente di mezza età, Giuseppe Petrucci, che valuta *non recuperabile*, e un meccanico anziano, Giovan Battista Russo.

**Bernardo Nestore  
Cacciapuoti  
(1913 – 1979)**



**Manlio Mandò  
(1912 – 2001)**

Ottiene la nomina ad assistente di due ex studenti della Scuola Normale di Pisa, Bernardo Nestore Cacciapuoti, e, l'anno successivo, Manlio Mandò.

# La didattica

Inizia il corso di Fisica sperimentale con una prolusione dal titolo chiaramente programmatico:

*Il nucleo atomico.*

Le lezioni sono integrate da esperimenti, eseguiti utilizzando i numerosi apparecchi in dotazione dell'Istituto da cinquant'anni, e forse mai usati.



**Elettrometro di Dolezalek  
1900 ca**

# La ricerca

**Fa costruire una cappa per le operazioni chimiche e rimette in uso la vetreria e le suppellettili trovate in Istituto.**

**Per le misure di radioattività, fa costruire una camera di ionizzazione e acquista un elettrometro di Perucca, lo strumento più utilizzato dai collaboratori di Fermi.**

# Gli strumenti



**Segrè è pronto a continuare a Palermo le indagini sulla radioattività artificiale, iniziate a Roma; gli mancano soltanto le sorgenti radioattive, e i fondi per procurarsele.**

# Il matrimonio



**Il 2 febbraio 1936, sposa a Firenze la tedesca Elfriede Spiro, dalla quale avrà tre figli.**



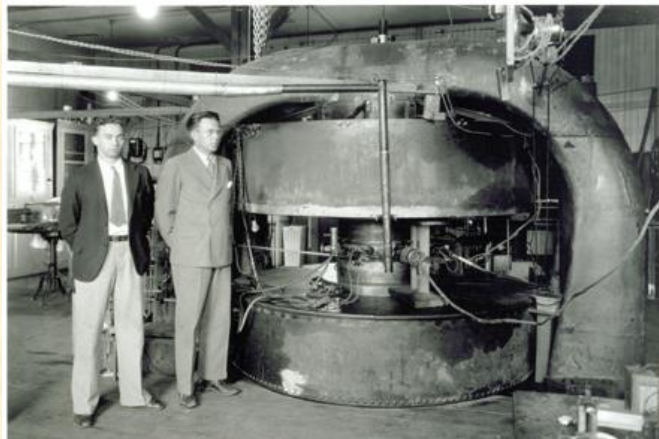
# La residenza



**Si stabiliscono all'Hotel Excelsior, e, successivamente, in un appartamento nuovo, in Piazza Francesco Crispi, di fronte all'Hotel, con vista sulla piazza e sul Giardino Inglese**

# Gli Stati Uniti

**Nell'estate del '36, i Segrè partono per un viaggio turistico e di studio negli Stati Uniti.**



**A Berkeley, Ernst Lawrence ha costruito un ciclotrone da 27 pollici, con il quale è in grado di ottenere quantità relativamente grandi di isotopi radioattivi.**

# Il ciclotrone

**Segrè è impressionato dalla visita al ciclotrone, soprattutto dalla quantità di radioattività che esso è in grado di generare.**

**Ritiene di essere in grado, con un lavoro accurato, di trovare, nelle parti dell'apparato che sono state bombardate dai neutroni,**

***qualche nuovo isotopo a vita lunga.***

# **Il frammento**

**Ottiene da Lawrence il permesso di prelevare dei pezzi di ottone che hanno fatto parte degli elettrodi a D del ciclotrone,**

**immaginando che siano dotati di radioattività a periodo lungo, che potrà quindi studiare con comodo dopo il suo rientro a Palermo.**

**Questa scelta si rivelerà particolarmente fortunata.**

# Il $^{32}\text{P}$ e gli studi fisiologici

Quando Perrier isola dall'elettrodo di ottone una grande quantità dell'isotopo 32 del Fosforo,



**Camillo Artom**  
(1893 – 1970)

Segrè decide di coinvolgere nelle ricerche Artom, loro collega nella Facoltà di Farmacia.



# Il $^{32}\text{P}$ e gli studi fisiologici



**Camillo Artom  
(1893 – 1970)**

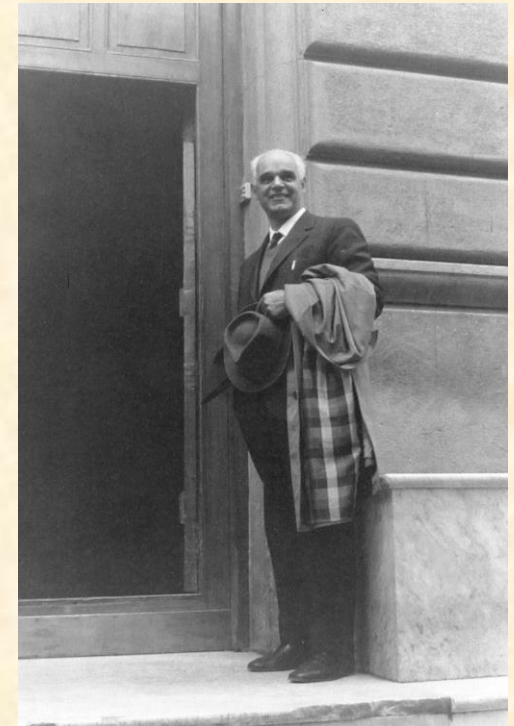
**Artom, impegnato nello studio del metabolismo dei fosfolipidi, comprende al volo i dettagli e le potenzialità di questa nuova tecnica e ne progetta delle applicazioni interessanti e produttive.**

**Inizia così una collaborazione fruttuosa che produce in breve tempo risultati di qualità.**

# Una collaborazione interdisciplinare

**Grazie all'entusiasmo e alla lungimiranza scientifica di Segrè e Artom,**

**si costituisce a Palermo un gruppo di ricerca multidisciplinare, del quale fanno parte, oltre a Perrier, anche i loro assistenti, Mariano Santangelo e Gaetano Sarzana.**



**Mariano Santangelo  
(1908 – 1970)**

# Il gruppo si scioglie



**Nonostante affronti tematiche innovative, di rilevanza internazionale, il gruppo di ricerca dovrà ben presto sciogliersi, smembrato dalla politica razziale del governo italiano.**

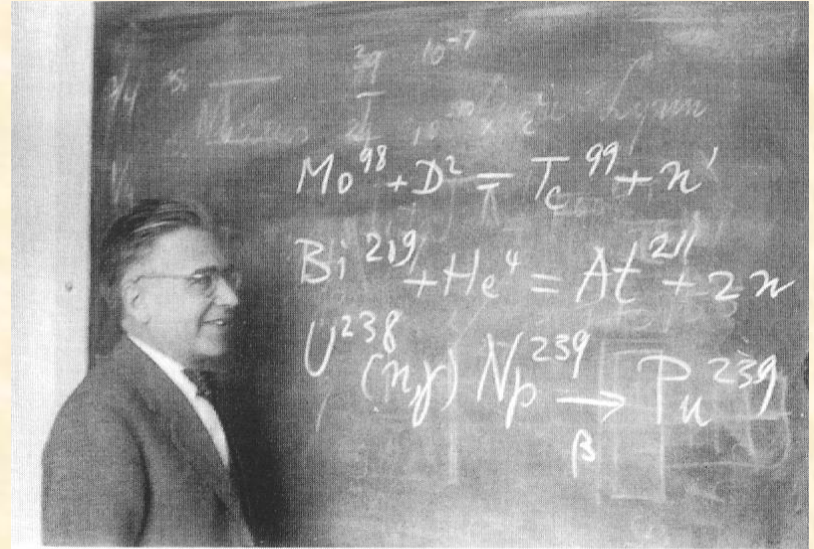
# La piastrina di Molibdeno

Nel febbraio del '37, Segrè riceve da Lawrence una lettera contenente una lastrina di Molibdeno, che ha fatto parte del deflettore del ciclotrone.

Segrè sospetta subito che in essa possano trovarsi isotopi dell'elemento a *numero atomico 43*, uno dei pochissimi ancora mancanti nella tabella periodica.

# Possibili prodotti del bombardamento neutronico

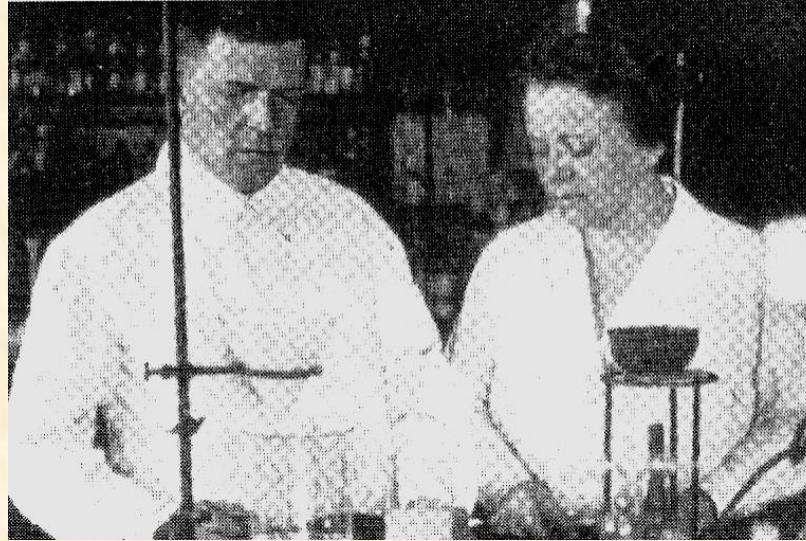
- ${}_{42}^{98}\text{Mo} + {}_0^1\text{n} = {}_{40}^{96}\text{Zr} + 2\alpha$
- ${}_{42}^{98}\text{Mo} + {}_1^2\text{d} = {}_{41}^{99}\text{Nb} + 2\alpha$
- ${}_{42}^{98}\text{Mo} + {}_0^1\text{n} = {}_{42}^{99}\text{Mo} + \gamma$
- ${}_{42}^{98}\text{Mo} + {}_1^2\text{d} = {}_{43}^{99}\text{X} + {}_0^1\text{n}$



Emilio Segrè nella primavera del 1952. Le equazioni sulla lavagna indicano le reazioni che hanno prodotto gli elementi o gli isotopi scoperti da Segrè: il tecnezio, l'astato e il plutonio 239.



# L'elemento 43



**Walter Noddack**  
(1893 – 1960)

**Ida Eva Tacke**  
(1896 – 1978)

**Di questo elemento si sa ancora ben poco:  
nel 1925, Ida Eva Tacke ed il marito Walter  
Noddack, di Berlino, ne hanno rivendicato la  
scoperta in un campione di columbite,  
attribuendogli il nome di Masurio.**

# Il Masurio

**Molti però sono convinti che questa identificazione, mai più ripetuta, non sia corretta, anche perché, tra l'altro, ragioni di sistematica nucleare (regola di Mattauch) ne rendono sospetta la presenza nei minerali.**

# La ricerca a Palermo



**Segrè e Perrier iniziano a cercare le prove a favore della presenza dell'elemento 43 nel Molibdeno bombardato.**

# Il processo di identificazione

La tecnica utilizzata consiste nel

*prevedere*, secondo i criteri elaborati da Mendeleév, le proprietà chimiche dell'elemento cercato,

e quindi nell'adottare le procedure messe a punto da Marie Curie per *separarlo* e *identificarlo* con i metodi radiochimici.

# Il procedimento chimico

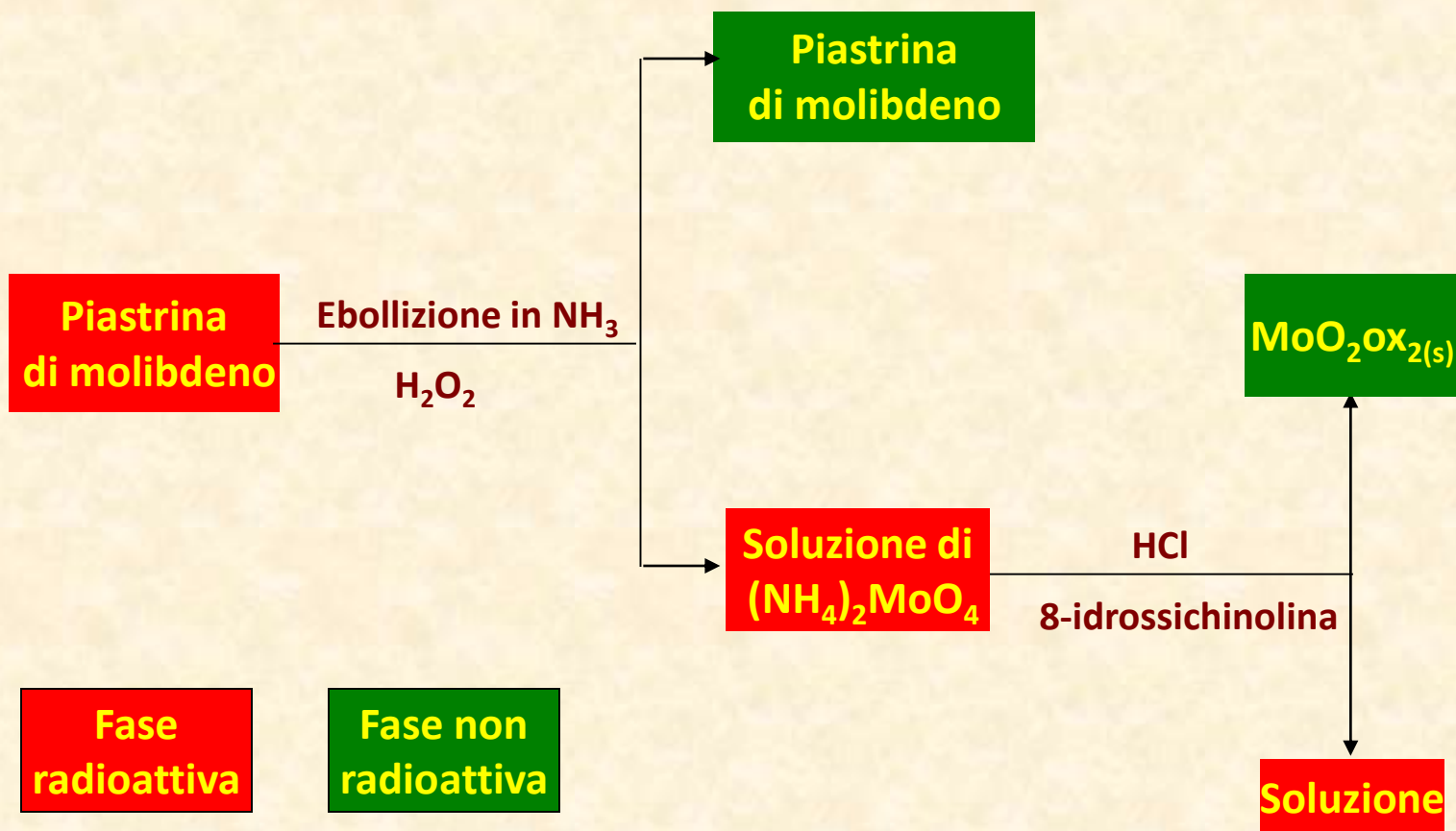
Nel suo complesso, la procedura utilizzata da Perrier è un esempio eclatante, ma per niente insolito,

di *quell'attività induttiva sperimentale*

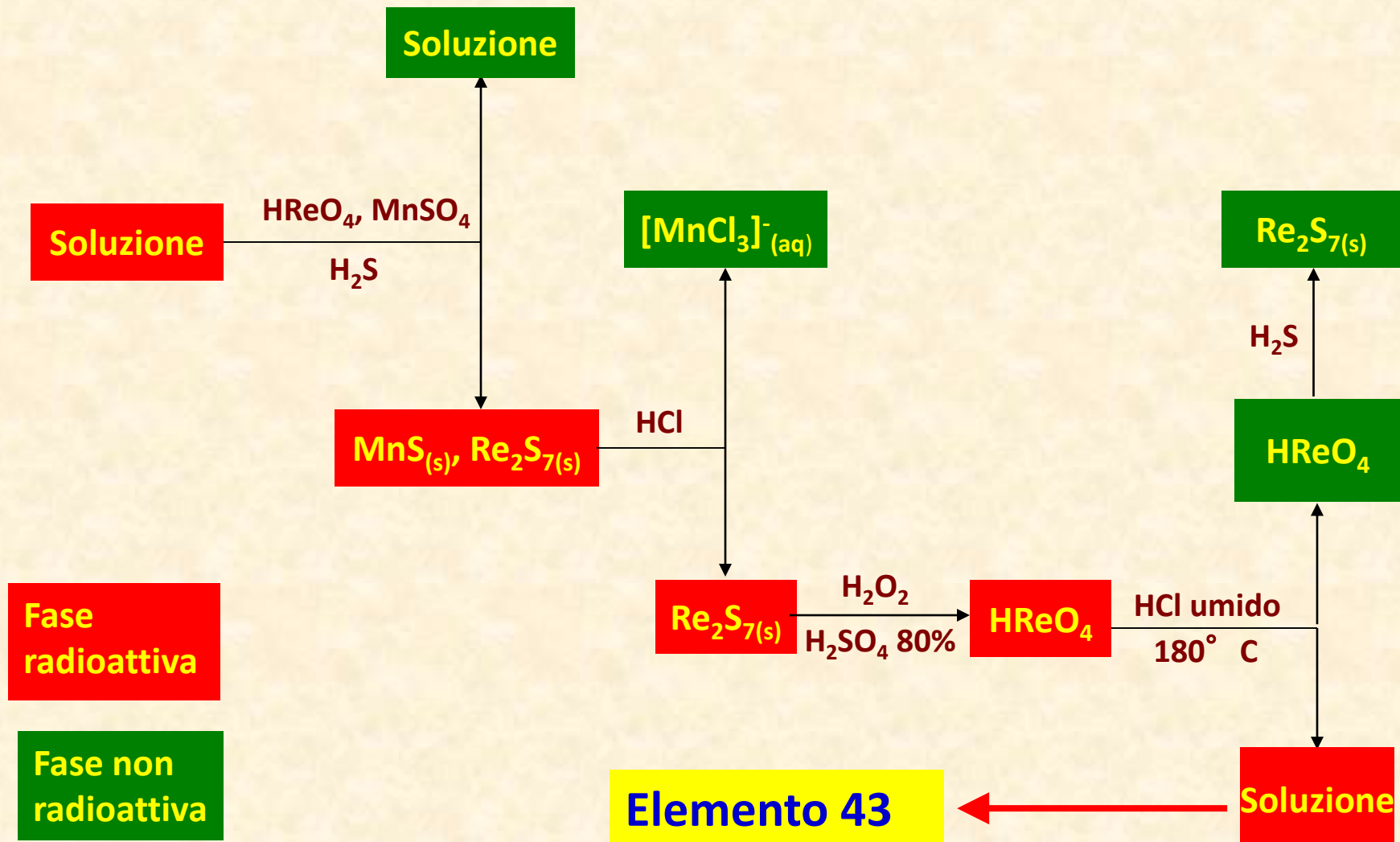
messa in opera dai chimici per *vedere* quello che gli altri non sono in grado di osservare.



# Procedura per la separazione dell'elemento 43



# Procedura per la separazione dell'elemento 43



# Isolato l'elemento 43!

Alla fine, separati tutti i possibili interferenti in frazioni non attive, la radioattività estratta dalla lastrina di Molibdeno non può che essere attribuita alla presenza dell'elemento 43, anche se in quantità estremamente piccole, probabilmente  $10^{-10}$  g o meno.

Il commento di Segrè:

*Tutto questo lavoro era divertentissimo e di ovvia importanza.*

# **Un nuovo elemento**

**La scoperta del primo elemento prodotto artificialmente suscita grande interesse nel mondo scientifico:**

**tanto Fermi che Niels Bohr esprimono il loro apprezzamento.**

**Segrè ne è particolarmente gratificato, perché questo dimostra che Palermo comincia a essere riconosciuta come sede di un laboratorio di Fisica, dove si portano avanti indagini di grande interesse.**

# La scelta del nome

Anche in ambito locale, c'è grande entusiasmo: poiché tocca agli scopritori proporre un nome per il nuovo elemento, vengono loro suggeriti nomi che celebrino il fascismo o immortalino la Sicilia, come *Trinacrio*.

Tuttavia, Segrè e Perrier temporeggiano:

*Ci sembrava ci fosse più stile nel non mostrare fretta nel dare un nome al nuovo elemento.*



# La conferma

**Nell'estate del '38, Segrè torna a Berkeley, dove realizza una semplice camera di ionizzazione, accurata e versatile, con la quale condurre le indagini in loco.**

**Insieme a Seaborg, individua un isotopo dell'elemento 43, del quale studiano le emissioni di elettroni e raggi gamma.**



**Glenn Theodore Seaborg  
(1912 – 1999)**

# La conferma

Misurando l'energia degli elettroni di conversione, è possibile determinare i livelli energetici dei raggi X, e metterli in relazione con la carica nucleare, confermandone l'appartenenza all'*elemento 43*.

L'aver ottenuto uno spettro dei raggi X, molto più chiaro di quello pubblicato dai Noddack, e la brevità dei tempi di emivita dei suoi isotopi convincono Segrè che i Noddack *non possono* averlo estratto da un minerale.

# **Un elemento che non esiste sulla Terra**

**Esso non può esistere sulla Terra,**

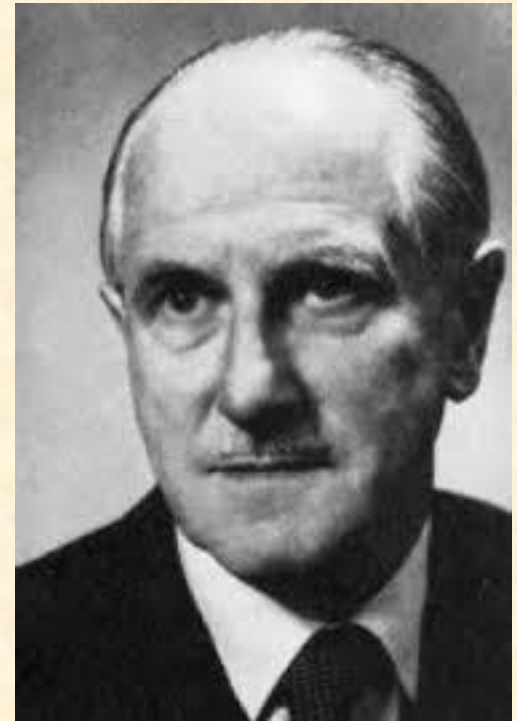
**perché i tempi di dimezzamento di tutti i suoi  
isotopi sono così brevi rispetto alla scala geologica**

**che, anche se fossero stati presenti all'origine del  
mondo, ormai sarebbero scomparsi.**

# Il Tecneto

Terminata la guerra, invita Segrè e Perrier ad attribuire un nome all'elemento 43, ritenendo ingiustificato quello di Masurio.

Segrè vuole che il nome ricordi l'origine *artificiale* dell'elemento, e, consultato un vocabolario della lingua greca, decide per *technetos* (artificiale), in latino *technetium*.



Friedrich Adolf Paneth  
(1887 – 1958)

# Problemi lessicali

In italiano, la translitterazione dalla lingua latina è Tecnezio, quella dalla lingua greca Tecneto, e questo crea un problema lessicale.

Nel febbraio del 1950, interrogato sulla questione, Segrè risponde sull'organo ufficiale della Società Chimica Italiana: *lo credo che il nome Tecneto suoni meglio e sia anche filologicamente più corretto che Tecnezio.*

Gli Italiani, però, non se ne danno per intesi e continuano a chiamarlo Tecnezio, come lo stesso Segrè, nella sua autobiografia e in altri scritti in italiano.



# L'esistenza sulla Terra

**Sebbene abbiano cercato di verificare la rispettiva attendibilità, Segrè e i Noddack non danno mai luogo a una disputa pubblica sulla priorità.**

**Invece, a partire dagli anni '60, qualcuno cerca di dimostrare, dati sperimentali alla mano, la possibilità che i Noddack abbiano effettivamente isolato minute quantità di Masurio dai minerali analizzati,**

**ma questi tentativi non hanno prodotto prove scientificamente accettabili.**

## ... e nelle stelle



**Paul Willard Merrill  
(1887 – 1961)**

**Negli stessi anni '60, gli astronomi dell'Osservatorio di Mount Wilson, guidati da Paul Merrill, hanno indentificato intense righe spettrali del Tecneto in spettri di stelle di tipo S, per cui la sua effettiva presenza in Natura è stata rimessa in discussione, ed è oggi ampiamente riconosciuta nella comunità astronomica.**

# Epilogo

**La scoperta dell'elemento 43 segna il passaggio dalle procedure puramente chimiche per isolare gli elementi dai minerali,**

**a quelle tipicamente fisiche di produzione di elementi artificiali,**

**ma mostra come solo una stretta cooperazione tra i due approcci abbia consentito l'ampliamento della tabella periodica.**