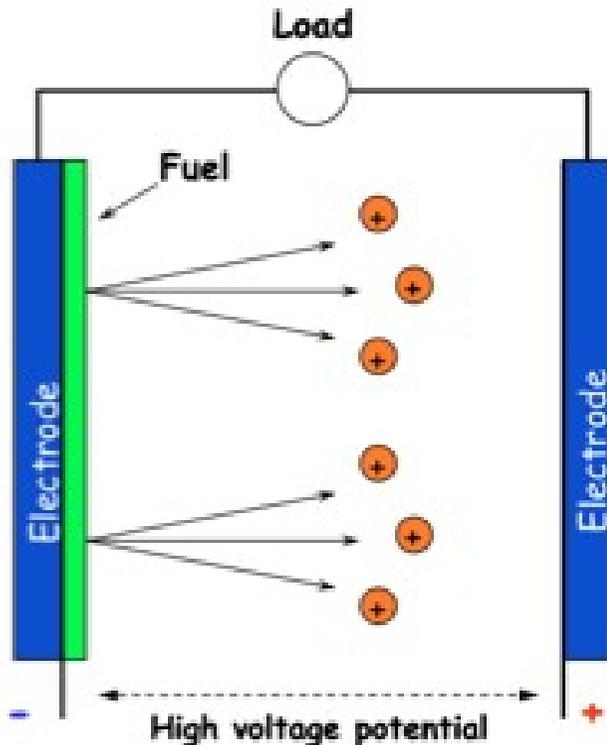


# NUEDEEC

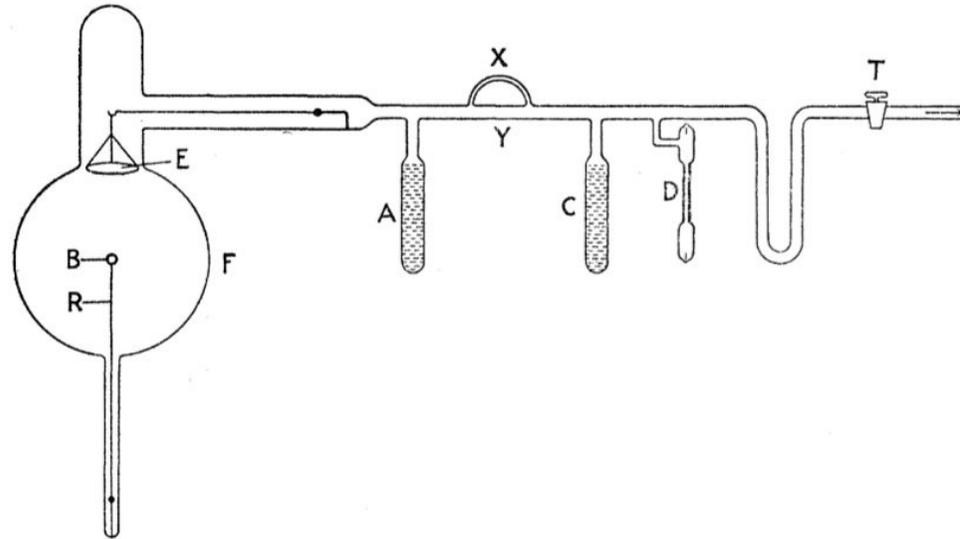
## NUclear Energy Direct Electrical Conversion

Quando un frammento di fissione può emergere dal mezzo in cui è stato generato porta con sé una carica elettrica positiva ( $\sim 20e^+$ ).



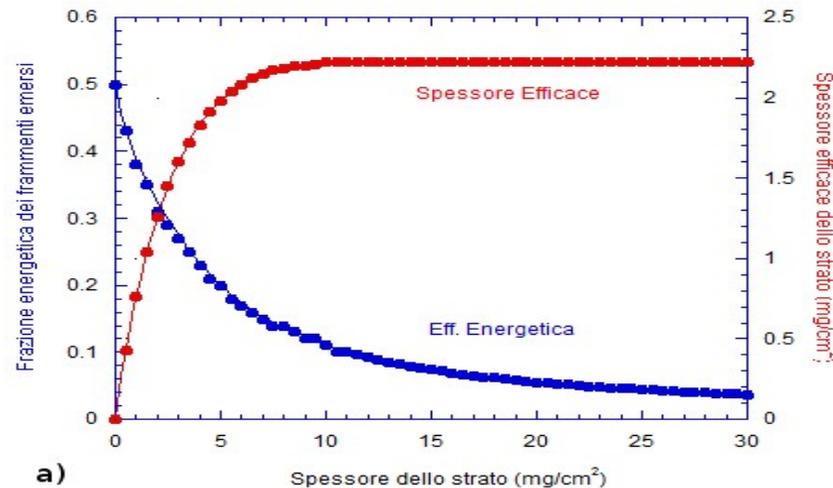
Se il materiale fissile costituisce un elettrodo di una struttura a condensatore in vuoto, le particelle cariche prodotte sulla sua superficie sono raccolte dal secondo che funge da elettrodo di raccolta; in questo modo si ottiene la carica del condensatore e la diretta conversione in energia elettrica dell'energia cinetica delle particelle emergenti.

**Moseley 1913:** il suo dispositivo era composto da due elettrodi posti nel vuoto; le particelle  $\beta$  derivanti da una sorgente radio di 20mCi producevano una corrente di  $10^{-11}$  A, generando una tensione sino a 150kV ed una potenza di  $1.5\mu\text{W}$ .



Questo esperimento permise di osservare che la sostanza radioattiva si caricava positivamente tramite l'emissione di particelle, fornendo una dimostrazione diretta della grande quantità di energia coinvolta nell'emissione  $\beta$  da un nucleo atomico.

La migliore fonte per la conversione diretta in energia elettrica di energia nucleare è rappresentata dai prodotti di fissione nucleare (sconosciuta ai tempi di Moseley): elevata energia cinetica (decine di MeV), notevole quantità di carica elettrica ( $<20e^+>$ ) se emergenti da strati sottili di combustibile.



In passato sono stati eseguiti diversi studi, sia teorici che sperimentali, al fine di comprendere se fosse possibile o meno la conversione diretta dell'energia di fissione, come alternativa ai convenzionali reattori nucleari.

## 1966 JPL Fission-Electric Cell Experiment



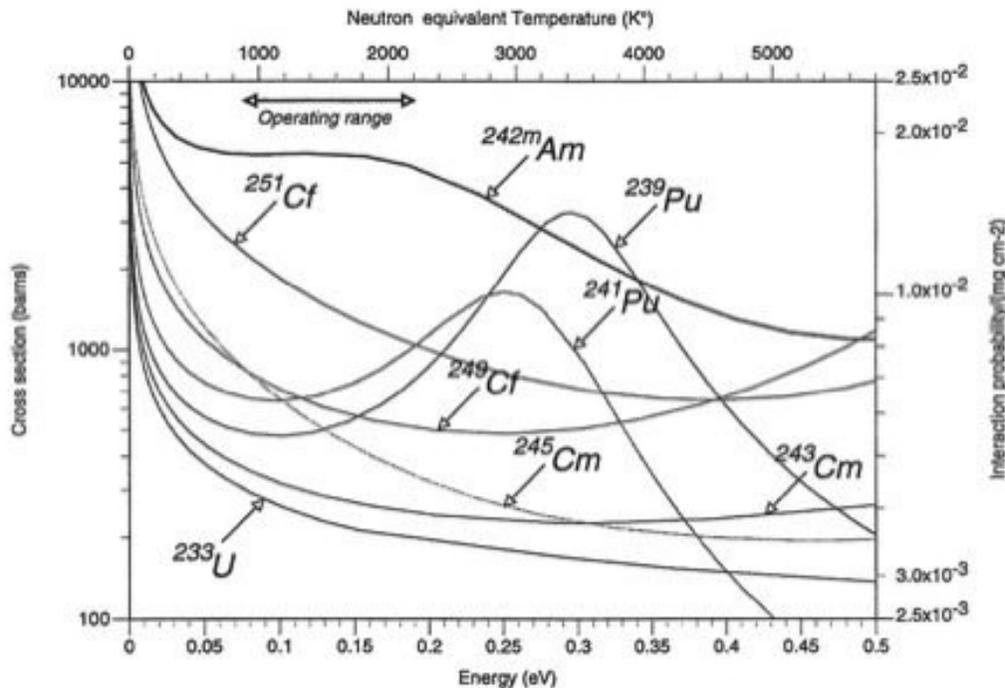
Una cella costituita da un elemento contenente  $\text{UO}_2$  in strato sottile ed in vuoto ed un elettrodo di raccolta inserita all'interno di un reattore nucleare.

Le conclusioni hanno rilevato numerosi problemi tecnici strutturali associati a questo tipo di ipotesi: condizioni sfavorevoli per la criticità di un reattore compatto e tecnicamente controproducente utilizzare gli attuali combustibili nucleari convenzionali.

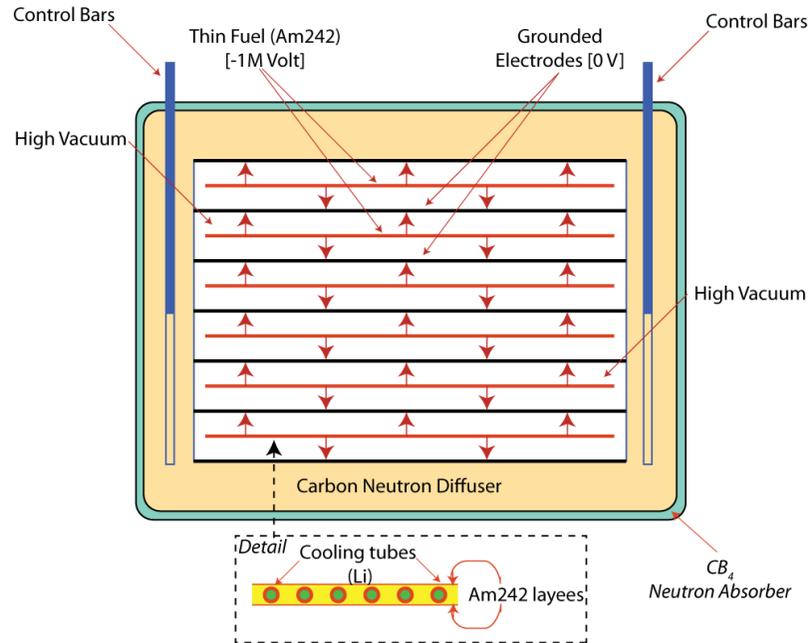
Per superare questi problemi, recentemente è stato suggerito di considerare come potenziale combustibile fissile un isotopo metastabile dell'americio:

## 242mAm

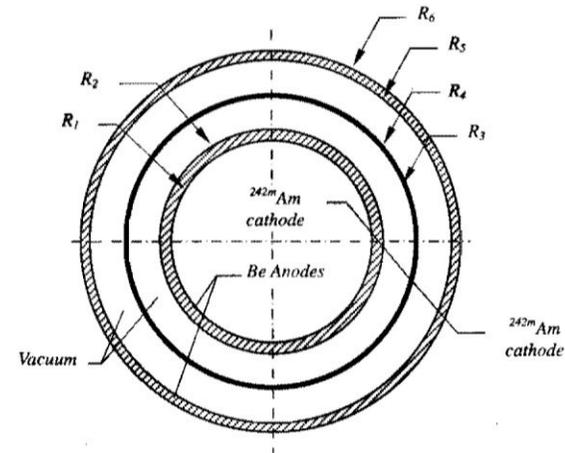
- Elevata sezione d'urto di fissione (~6000 barns)
- Elevato numero di neutroni pronti per fissione (3.26)
- Vita media relativamente lunga (141 anni)



L'isotopo  $^{242m}\text{Am}$  è ideale per gli scopi proposti, poiché sarebbe possibile rendere critica una struttura di contenute dimensioni in cui l'elemento fissile è depositato in strati molto sottili. Esempi:



**C. Rubbia Battery**



**Y. Ronen (et al.) Battery**

Principale limite relativo all'utilizzo dell'isotopo  $^{242m}\text{Am}$  per la produzione di energia nucleare è rappresentato dall'attuale scarsa disponibilità di tale nuclide, sebbene siano in corso ricerche sulle tecniche di produzione.

Il tipico utilizzo delle pile elettriche a fissione nucleare sarebbe l'esplorazione spaziale profonda, dove occorrono generatori a lunga durata. Nello spazio poi il vuoto è già disponibile.

Le soluzioni proposte per sistemi di conversione elettrica, concettualmente realizzabili, sono sinora basati soltanto su studi di fattibilità di tipo computazionale e su simulazioni numeriche.

**Necessità di una convalida di tipo sperimentale.**

Non essendo al momento disponibile l'isotopo  $^{242m}\text{Am}$ , queste possono essere inizialmente condotte con radionuclidi alternativi, come sorgenti  $\alpha$  (per esempio  $^{241}\text{Am}$ ) ed il  $^{252}\text{Cf}$ , che rappresenta un vero e proprio sistema a fissione a strati sottili.

## PROPOSTA di SPERIMENTAZIONE:

Scopo della proposta è quello di riprendere l'argomento avviando una attività di ricerca preliminare e di base utilizzando una strumentazione tra l'altro già disponibile.



L'apparato è costituito da una camera a vuoto, entro la quale le cariche elettriche prodotte da una sorgente radioattiva (inizialmente  $^{241}\text{Am}$  e successivamente  $^{252}\text{Cf}$ ) sono raccolte e la differenza di potenziale tra due elettrodi viene misurata con un elettrometro elettronico.

Tra le problematiche che si vogliono studiare particolare importanza rivestono gli effetti della emissione di elettroni concomitante ai frammenti di fissione con conseguente riduzione del segnale.

Si prevede che questa attività di ricerca preliminare e di base possa essere svolta in un periodo di tre anni, con un costo iniziale (primo anno) di 10keuro.

Richiesta l'apertura della sigla sperimentale nell'ambito del progetto speciale **INFN-E**.

La programmazione delle attività e dei finanziamenti di INFN-E non segue strettamente quello delle commissioni scientifiche nazionali. Dati i tempi stretti per la discussione alla prossima riunione (15/07/2014) la proposta è stata rimandata al successivo incontro di fine anno (o inizio 2015).

È richiesto un contributo minimo dei servizi della sezione per interventi meccanici sull'apparato sperimentale e per l'utilizzo della strumentazione elettronica di misura (elettrometro).

## PARTECIPAZIONE ATTIVA:

Gian Luca Raselli (Ricercatore INFN-Pavia)      Responsabile

Piero Benetti (Professore a Contratto Università di Pavia)

Claudio Montanari (Ricercatore INFN-Pavia)

Andrea Rappoldi (Tecnologo INFN-Pavia)

Fabrizio Boffelli (Professore a Contratto Università di Pavia)

Andrea Falcone (Dottorando Università di Pavia)

Maura Spanu (Laureanda Università di Pavia), proposta di una Tesi di dottorato.

## COLLABORAZIONE:

Mario Terrani (Ex Politecnico di Milano)

Sandra Cesana (Ex Politecnico di Milano)