

International Day of
Women and Girls in Science
February 11

*Get up, speak up!
Donne e Uomini
insieme per
superare gli
stereotipi*

Alessia
Santucci

ENEA

Fusione Nucleare: a star is born

Un po' di me

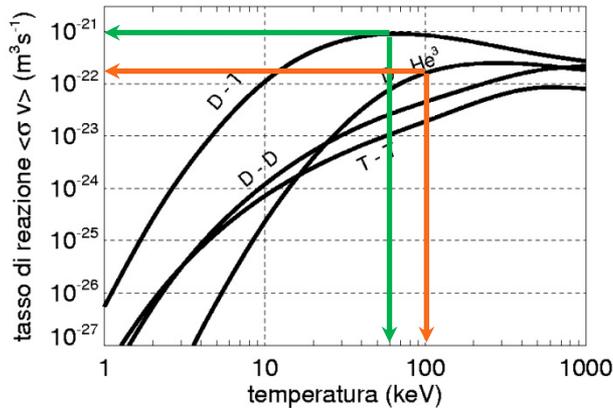
- Ho deciso di diventare una ricercatrice quando ero un'adolescente
- E' stato un lungo percorso (con alti e bassi)
 - Laurea in Ingegneria
 - Dottorato in Materiali per l'Ambiente e l'Energia
 - Formazione all'estero
 - Circa 10 anni di precariato



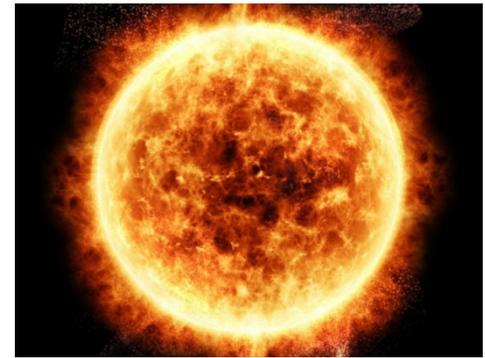
*A volte per capire dove andare,
basta guardarsi intorno*

Un po' di Fusione Nucleare

- Cos'è la Fusione Nucleare?
- Perché si studia?
- A che punto siamo?

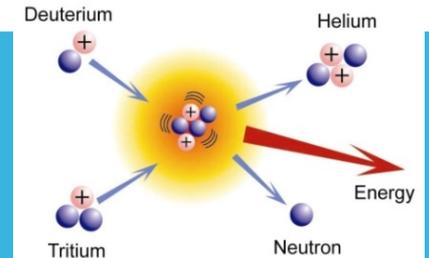
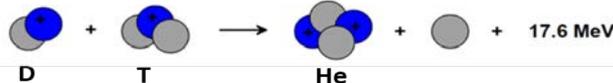
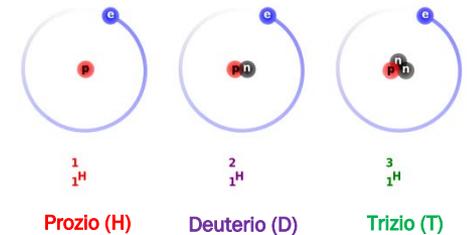


- ❖ E' il processo che avviene nel sole (più in generale nelle stelle) in cui i nuclei di due elementi leggeri si uniscono formando un nucleo di un elemento più pesante e rilasciando un'enorme quantità di energia.



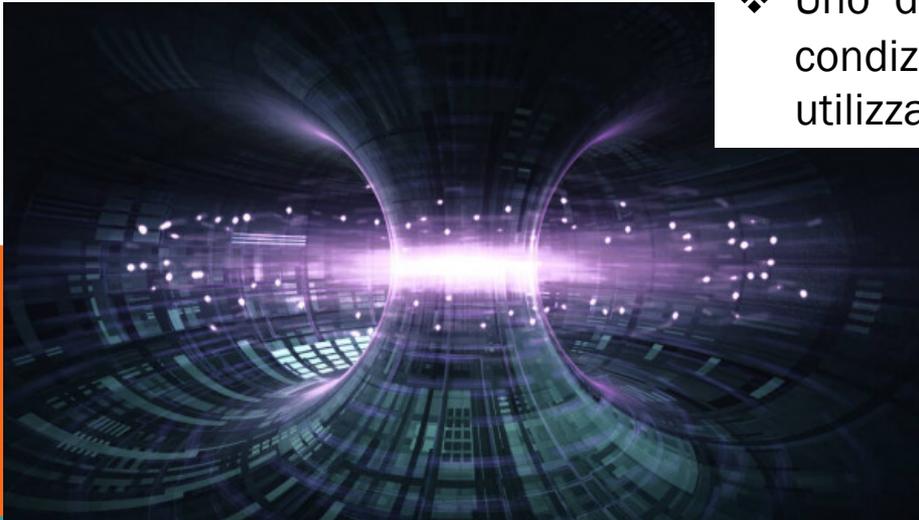
- ❖ Tra le possibili reazioni di fusione, quella più "semplice" da realizzare è quella tra due isotopi dell'idrogeno (deuterio e trizio, D-T) che fondendosi formano elio.

Gli isotopi dell'idrogeno

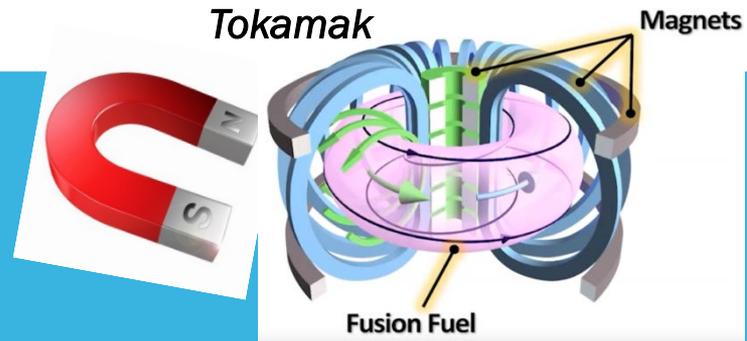


Un po' di Fusione Nucleare

- Cos'è la Fusione Nucleare?
- Perché si studia?
- A che punto siamo?



- ❖ Per innescare la reazione D-T è necessario che i due nuclei siano molto vicini in modo da vincere la repulsione dovuta alla loro carica positiva → ciò è possibile, fornendo alle particelle elevata energia cinetica, ovvero temperature molto elevate (~100 milioni di gradi)
- ❖ E' inoltre necessario confinare queste particelle cariche per un tempo sufficientemente prolungato in modo da aver il maggior numero di reazioni possibili
- ❖ Uno dei modi possibili (sulla terra) per realizzare le condizioni necessarie alla fusione nucleare è quello di utilizzare delle particolari macchine, chiamate Tokamak

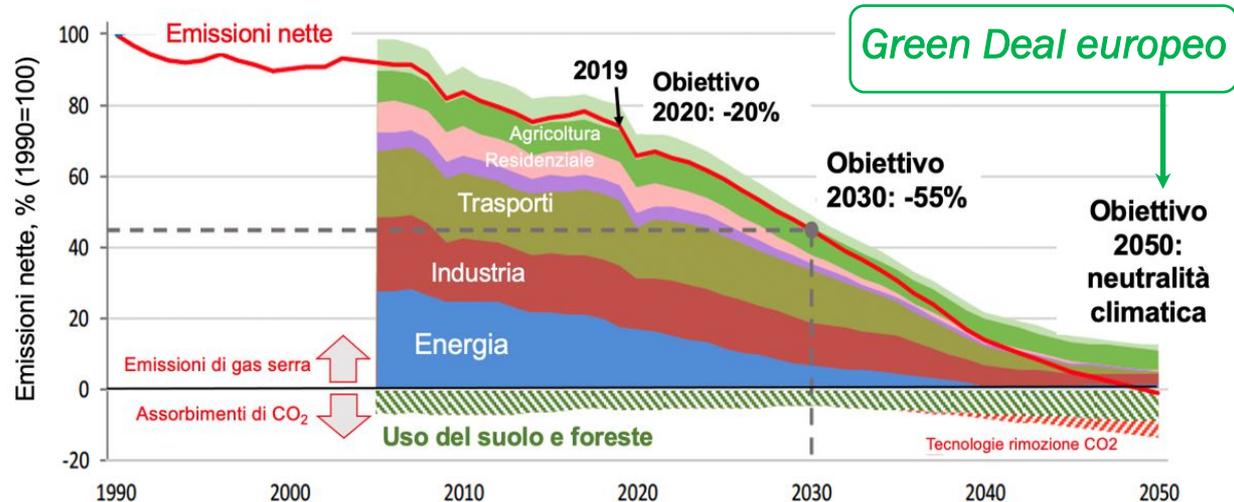


Un po' di Fusione Nucleare

- Cos'è la Fusione Nucleare?
- Perché si studia?
- A che punto siamo?

L'energia prodotta dalla Fusione Nucleare:

- ✓ Non emette CO₂
- ✓ Enorme rilascio energetico
- ✓ Non utilizzando combustibili fossili, non si hanno problemi di natura «geopolitica»



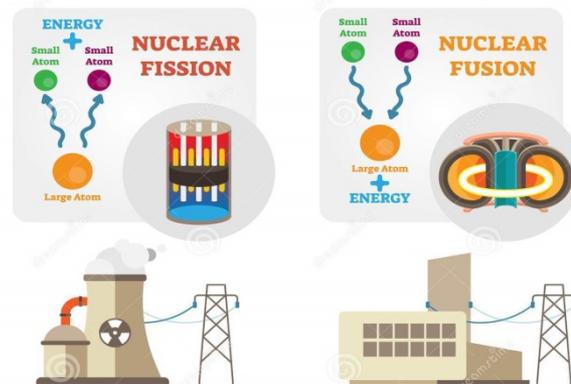
Un po' di Fusione Nucleare

- Cos'è la Fusione Nucleare?
- Perché si studia?
- A che punto siamo?

ENERGY RELEASE

	CHEMICAL	FISSION	FUSION
REACTION	$C+O=CO_2$	$N+U^{235} = Ba^{143}+Kr^{91}+2n$	$2H + ^3H = ^4He+n$
FUEL	COAL	UO ₂ (3% U-235 + 97% U-238)	Deuterium + Tritium
TEMPERATURE	700°K	1,000°K	100,000,000°K
ENERGY J/kg	3.3×10^7	2.1×10^{12}	3.4×10^{14}

NUCLEAR ENERGY



Fissione

No emissioni di CO₂

Produzione di scorie radioattive

Rischi legati alla sicurezza

Centrali esistenti

Fusione

No emissioni di CO₂

Non si producono scorie radioattive

Non ci sono rischi legati alla sicurezza

Impianti ancora non esistenti

Un po' di Fusione Nucleare

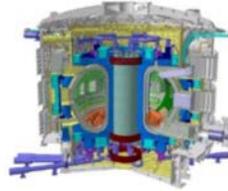
- Cos'è la Fusione Nucleare?
- Perché si studia?
- A che punto siamo?

JET



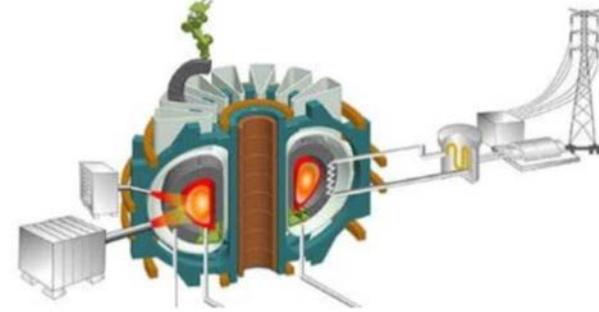
$D = 5.92 \text{ m}$
 $V = 80 \text{ m}^3$
 $Q \approx 0.6$
 $P \approx 16 \text{ MW}_{\text{th}}$

ITER



$D = 12.4 \text{ m}$
 $V = 800 \text{ m}^3$
 $Q \approx 10$
 $P \approx 500 \text{ MW}_{\text{th}}$

DEMO



$D \approx 13\text{--}19 \text{ m}$
 $V \approx 1000\text{--}3500 \text{ m}^3$
 $Q \approx 25$
 $P \approx 2000\text{--}4000 \text{ MW}_{\text{th}}$

JET (Joint European Torus), costruito negli anni '80 a Culham (UK), vicino Oxford. Nel 1991 è stato il primo reattore a produrre energia con un plasma D-T

→ Abbiamo fatto (e facciamo tuttora) Fusione, ma fornendo più energia di quanta ne viene prodotta ($Q < 0$)

ITER (International Themonuclear Experimental Reactor) in costruzione a Cadarache (sud della Francia)
 → Uno degli obiettivi è ottenere più energia di quella fornita ($Q=10$)

DEMO (DEMOstration Power Plant) in fase di progettazione → Ha come obiettivo quello di dimostrare la fattibilità di una centrale a fusione per la produzione di energia elettrica

Un po' di Fusione Nucleare

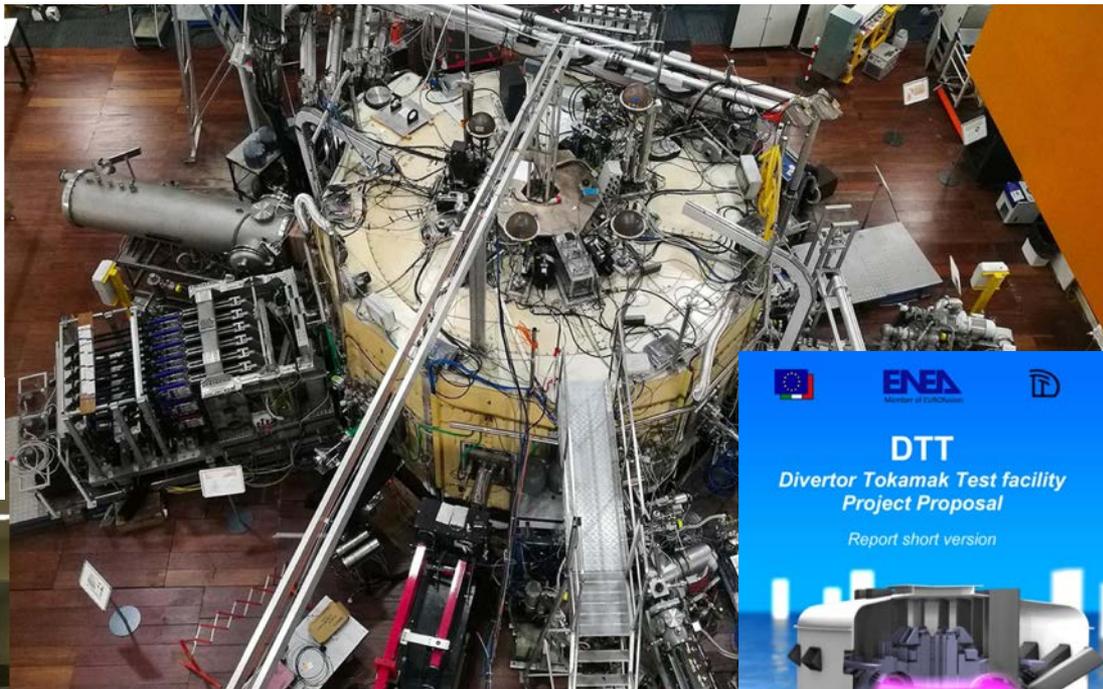
- Cos'è la Fusione Nucleare?
- Perché si studia?
- A che punto siamo?

*Ultima campagna sperimentale di FTU
(Luglio 2019)*

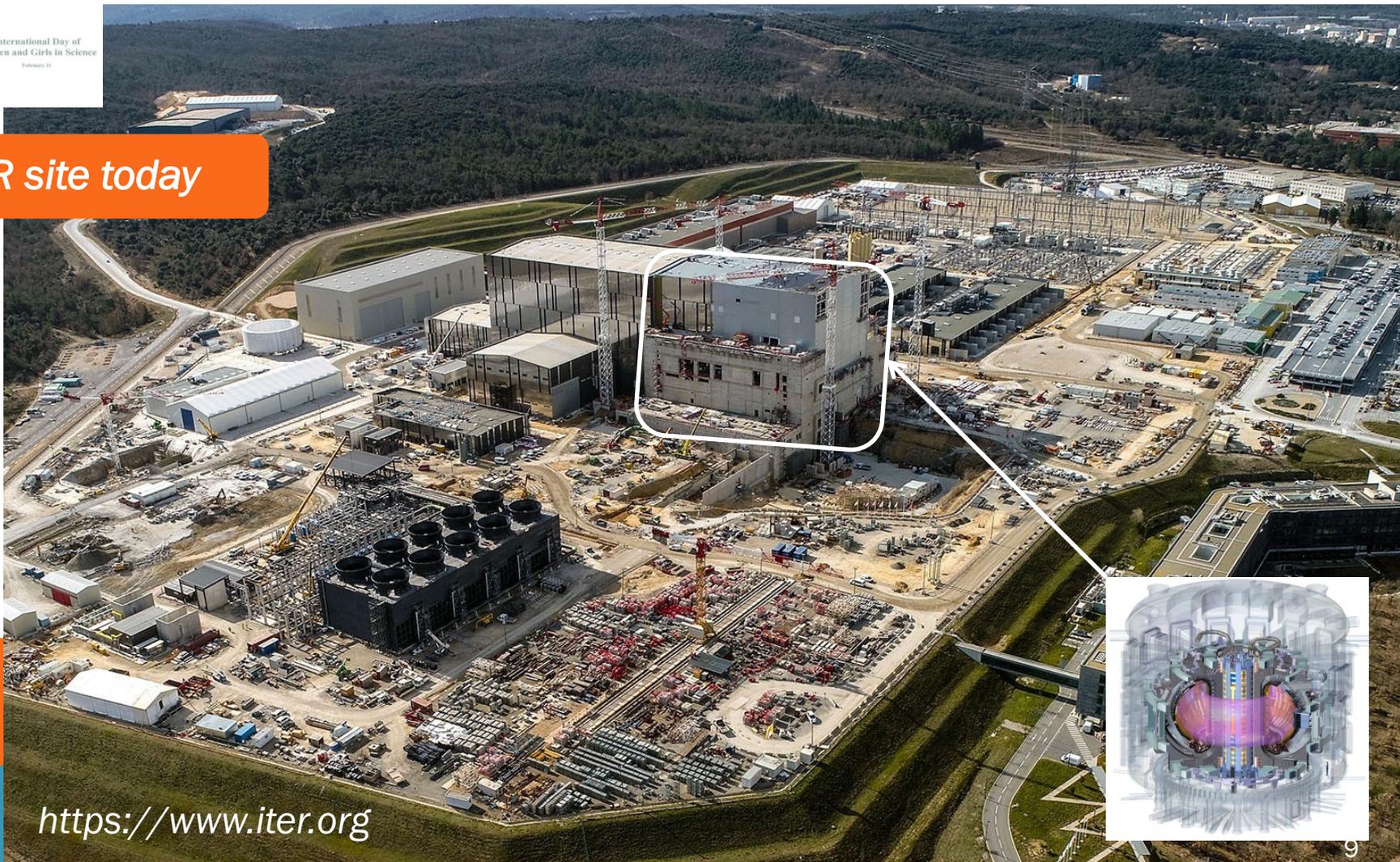


Frascati Tokamak Upgrade (FTU)

→ Divertor Tokamak Test Facility (DTT)



ITER site today



<https://www.iter.org>

Women in STEM: *la mia esperienza*

(Science, Technology, Engineering and Mathematics)



- Mi è capitato diverse volte di essere l'unica donna all'interno di un gruppo di ricerca, anche se negli anni ho notato un lieve aumento della componente femminile

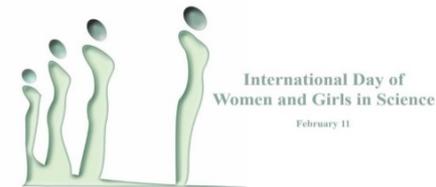


- Nonostante la disparità numerica, non ho mai avvertito alcun tipo di discriminazione da parte dei colleghi uomini



Women in STEM: *la mia esperienza*

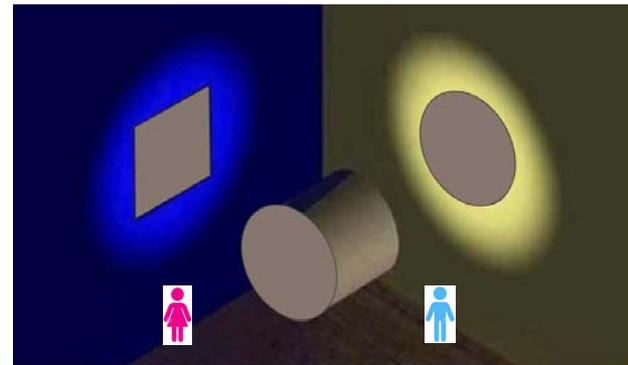
(Science, Technology, Engineering and Mathematics)



- L'aspetto più impattante di questa disparità è che, tranne rari casi, i ruoli apicali/decisionali sono ricoperti da uomini



Fabiola Gianotti,
direttore generale
CERN



Avere punti di vista diversi è un'opportunità per tutti perché consente di capire e conoscere meglio la realtà
Molti settori della nostra società avrebbero benefici se il punto di vista maschile e femminile fosse ugualmente considerato e rappresentato



International Day of
Women and Girls in Science

February 11

Get up, speak up!
Donne e Uomini insieme per
superare gli stereotipi

GRAZIE PER L'ATTENZIONE!

ALESSIA SANTUCCI

ENEA