

DALLASER AGLI
ACCELERATORI
Intense Laser
Irradiation Lab

The background features several intersecting laser beams. A prominent red beam enters from the top left and extends towards the center. A bright cyan beam enters from the bottom left and extends towards the center. Other thinner beams in red and cyan crisscross the dark background, creating a complex pattern of light paths.

Light Amplification Stimulated Emission Radiation

- Un laser è l'emissione di luce concentrata in un fascio, avente origine da una stimolazione di un cristallo tramite un altro fotone.
- I laser hanno 3 caratteristiche:
 - quasi monocromaticità
 - collimazione
 - coerenza

QUALCHE APPLICAZIONE DEL LASER

- RICERCA DI BASE (FISICA, CHIMICA, BIOLOGIA)
- BIOMEDICA
- MILITARE
- CHIRURGICA
- INDUSTRIALE

LASER ESTREMI!

- Energia: fino a 6J sul bersaglio con durata di 30fs (lungo 10 micron!)
- Potenza: $2 \cdot 10^{14}$ W (10^{10} volte la Potenza della più potente centrale elettrica in Cina.)



Focalizzazione

L'impulso laser può essere concentrato in 5 micron di diametro (1/10 del diametro di un capello!!!)

$$\text{POTENZA} = \frac{\text{ENERGIA}}{\text{TEMPO}}$$

ACCELERATORI DI PARTICELLE

STANDARD

- Radiazioni microonde
- Lungo km
- Necessita molta energia
- **1 TeV= 1000 GeV**



$$E=mc^2$$

1 MeV= mc^2 2 elettroni

1 GeV= mc^2 2000 elettroni

1 TeV= mc^2 $2 \cdot 10^6$ elettroni

AL PLASMA

- Laser
- Lungo qualche metro
- Poca energia
- **Max 10 GeV**



L'ESPERIMENTO

IN COSA CONSISTE?

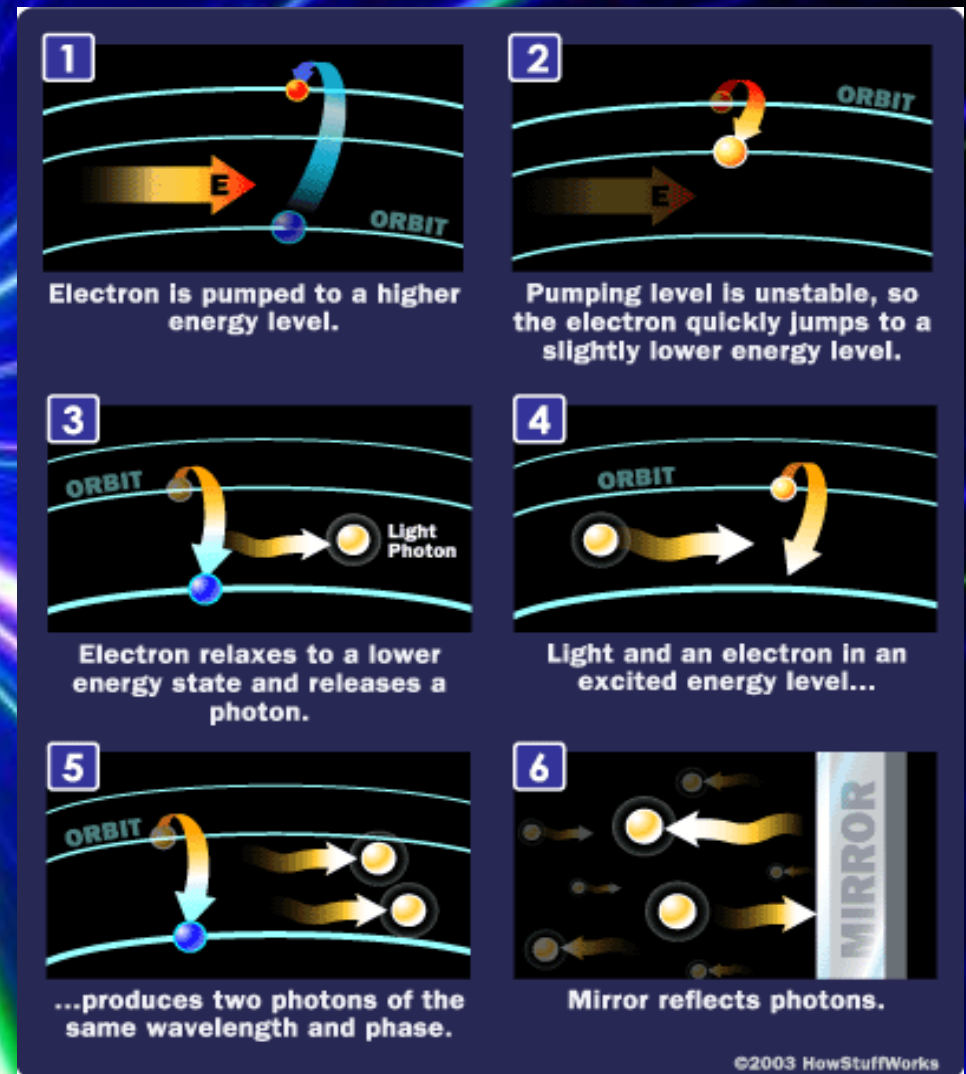
Generazione impulso

Dilatazione temporale
Amplificazione
Compressione temporale
Focalizzazione
Irraggiamento del bersaglio

GENERAZIONE IMPULSO LASER

IL LASER E' COMPOSTO DA FOTONI, QUINDI COME CREARLI?

1. Elettroni → in livello di energia più elevato
2. Decadono in **livello metastabile** (*inversione di popolazione*)
3. Elettrone → ricade nello stato fondamentale rilasciando un fotone (**emissione spontanea**)
4. Fotone, intrappolato da specchi, torna indietro
5. Colpisce un altro elettrone ne rilascerà 2 uguali (**emissione stimolata**)
6. Si producono fotoni tutti uguali (**radiazione coerente**)



DILATAZIONE TEMPORALE

$$\text{POTENZA} = \frac{\text{ENERGIA}}{\text{TEMPO}}$$

Perciò se aumento il tempo, a parità di energia, **la potenza diminuisce!**

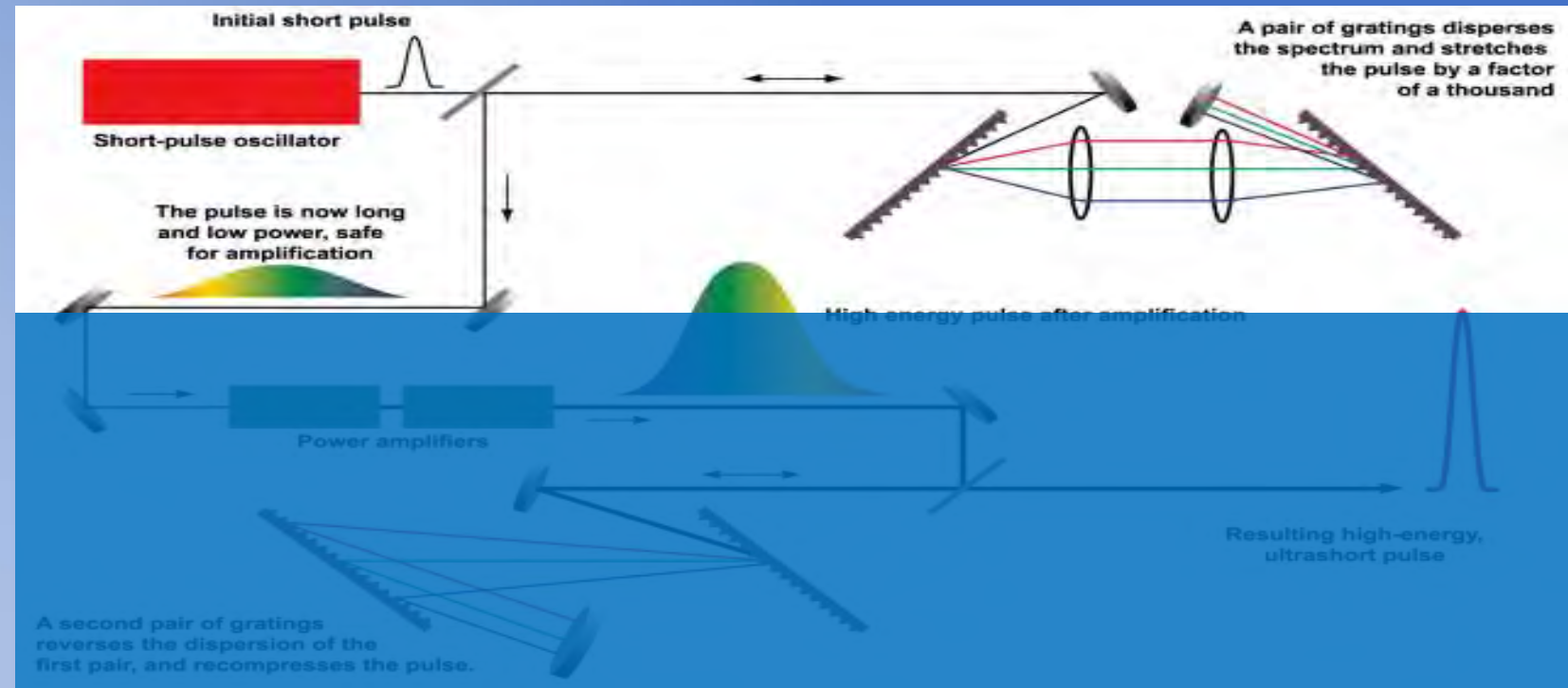
- Problema: il laser è troppo potente.
- La soluzione: «stretchare» (allungare) il fascio laser mediante un reticolo di diffrazione.

STRETCHING

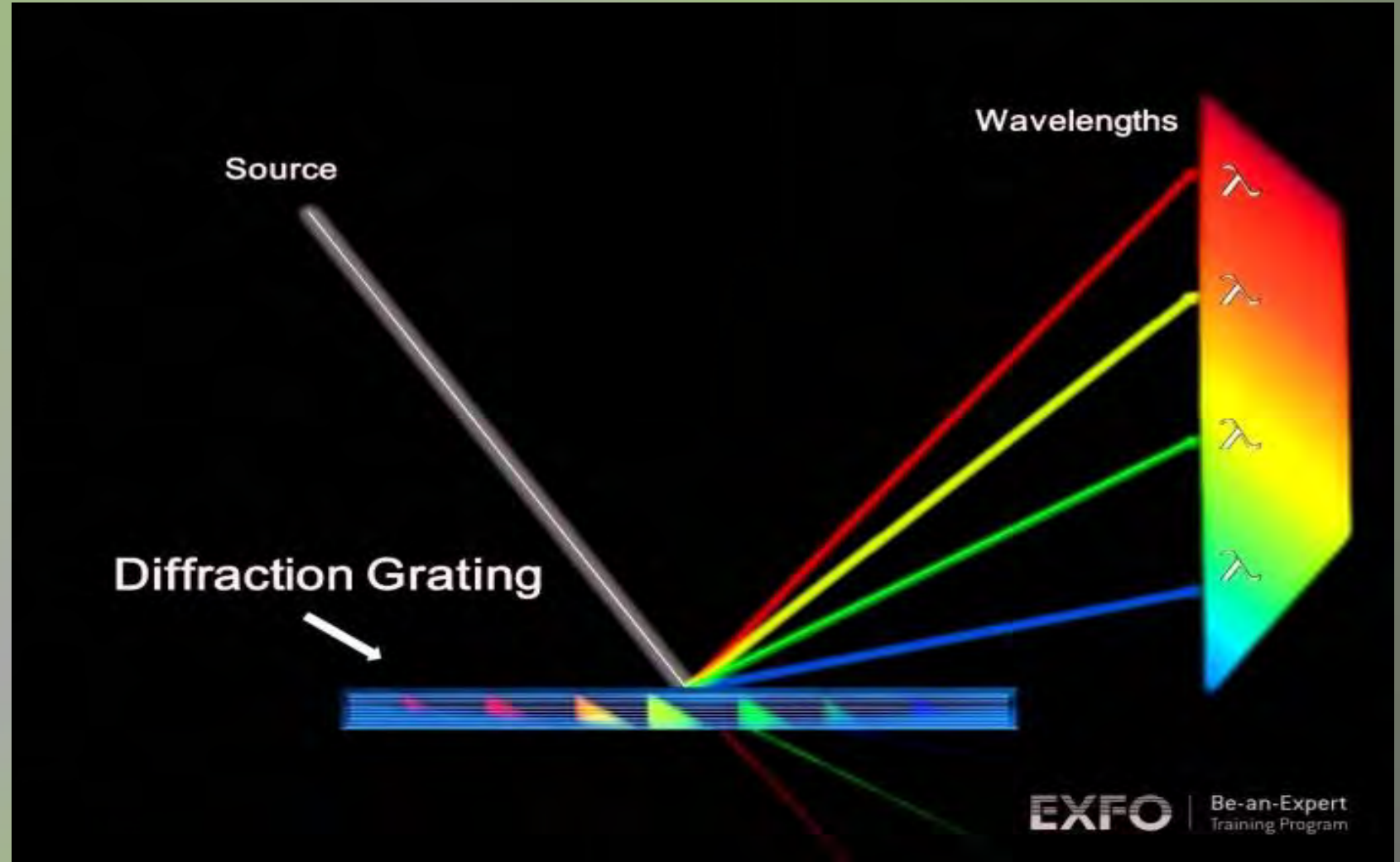
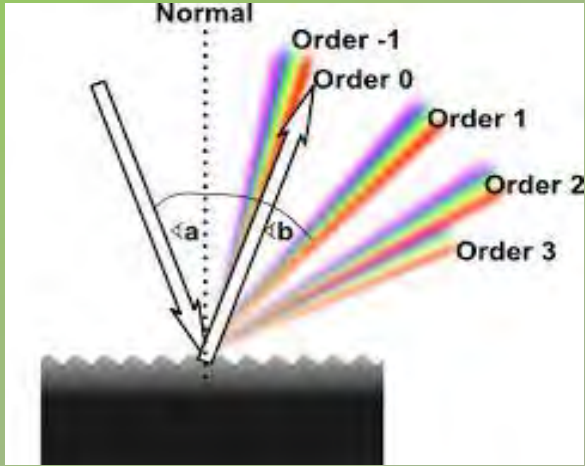
Allungando l'impulso, aumenta il tempo facendo passare il laser da una durata di **15 fs** a una durata di **1,5 ps**, rallentandolo quindi di **100 volte**. La conseguenza è una potenza di **100 volte** minore

1 femtosecondo = 10^{-15} sec

1 picosecondo = 10^{-12} sec



COSA E' UN RETICOLO DI DIFFRAZIONE?



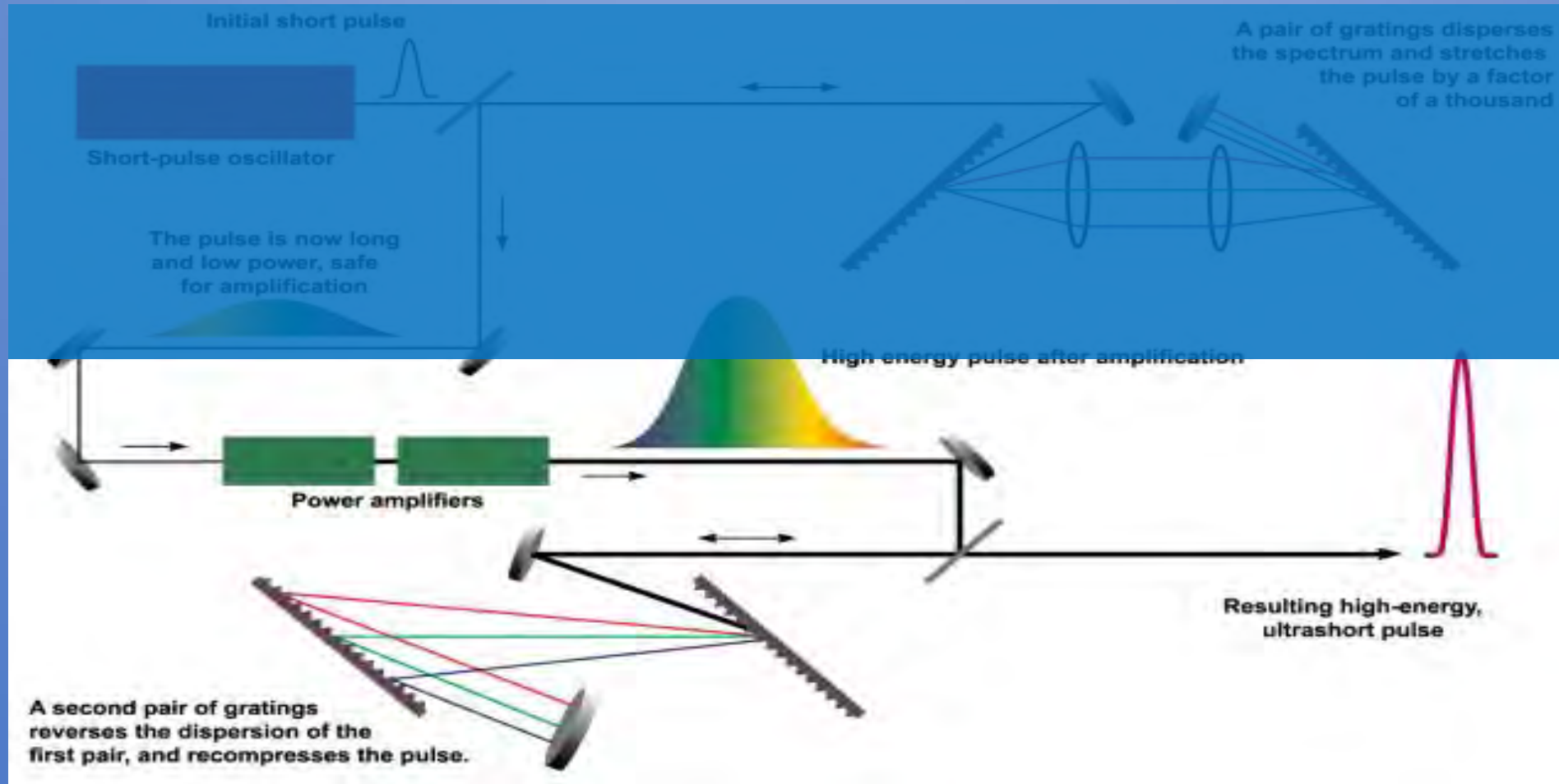


L' AMPLIFICAZIONE COME AUMENTARE L'ENERGIA?

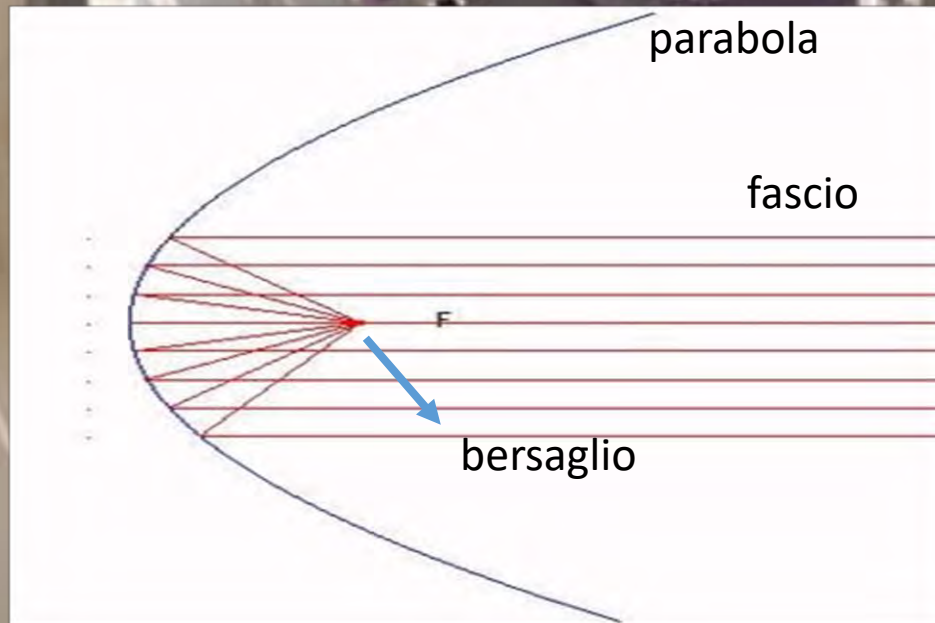
1. Il laser viene allungato, quindi è poco potente
2. Passa su 5 cristalli (uno più grande dell'altro)
3. Laser= aumenta di larghezza e di potenza

COMPRESSIONE TEMPORALE

Adesso il laser viene ricompreso per raggiungere ancora più potenza



FOCALIZZAZIONE DEL LASER



Per focalizzare il laser prima dell'irraggiamento si usa lo specchio parabolico.

IRRAGGIAMENTO DEL BERSAGLIO

GASSOSO

- Il laser impatta un gas;
- Gli atomi si ionizzano;
- Si crea un plasma;
- Vengono emessi elettroni.

UGELLO(GAS JET)

Velocità supersonica
Diverse pressioni
Azoto, argon o elio

SOLIDO

- Il laser impatta un solido;
- Gli atomi si ionizzano;
- Si forma un plasma;
- Per la grande densità, possono essere accelerati anche i protoni

IL PLASMA



- **Che cosa è?**

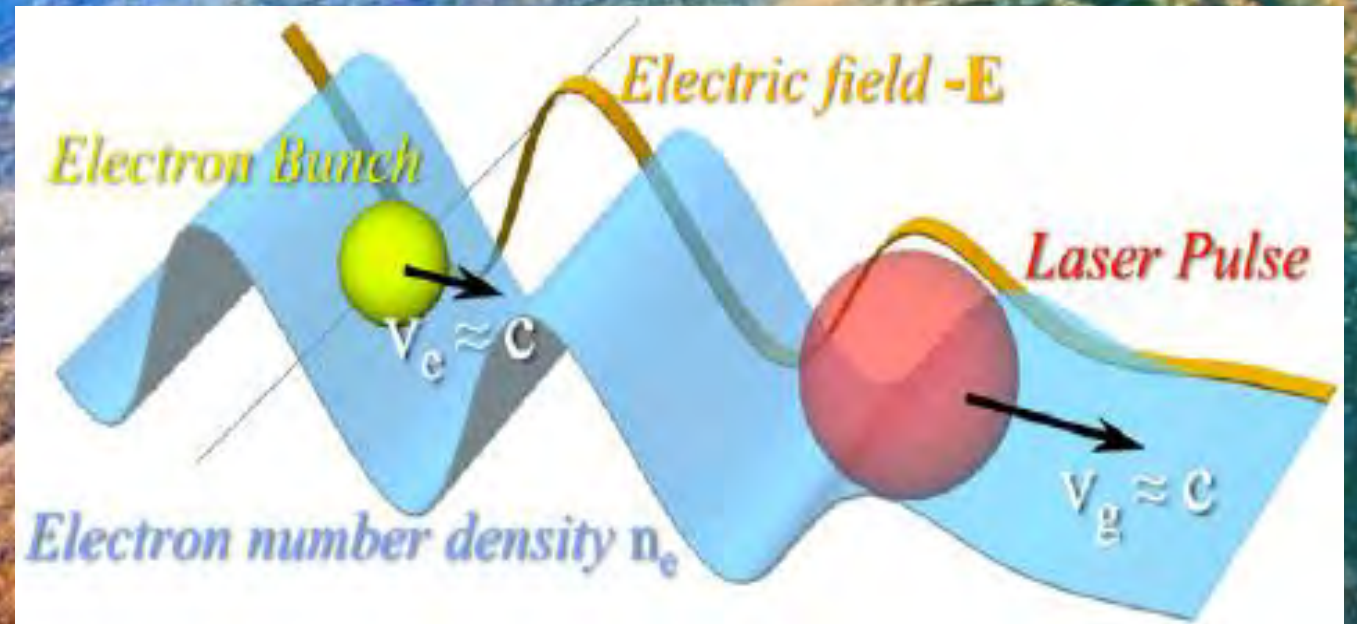
- quarto stato della materia
- composto da atomi ionizzati
- caratterizzato da alta temperatura

- **Dove si trova?**

- nelle stelle
- nelle scariche elettriche

COME ACCELERIAMO GLI ELETTRONI?

SURE!!!



Il laser spinge gli elettroni avanti e indietro eccitando un'onda di plasma (100 GeV/m), che accelera le particelle. Et voilà!!!

POSSIBILI APPLICAZIONI MEDICHE



PROTONI

- strappati dall'impatto tra laser e bersaglio solido
- hanno la capacità di rilasciare energia ad una profondità precisa poiché hanno un picco massimo di emissione

ELETTRONI

- strappati dall'impatto tra laser e bersaglio gassoso
- rilasciano energia in modo più graduale e a profondità minori.

LABORATORIO PLASMI E LASER

Dunque il laboratorio ILIL sta cercando di creare un acceleratore di particelle in miniatura per generare grandi energie in spazi piccoli.





GRAZIE PER LA VOSTRA
ATTENZIONE

Lorenzo CuvIELLO

Giulio Stacchini

Rachele Vitarelli

Eleonora Faustini

**E UN GRANDISSIMO GRAZIE AI NOSTRI RICERCATORI CHE CI HANNO
GUIDATO IN QUESTA BELLISSIMA ESPERIENZA!**

