

# DAΦNE - Luce

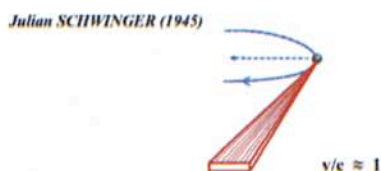
Per rendere visibile l'invisibile

Laboratorio di Luce di Sincrotrone presso i Laboratori Nazionali di Frascati dell'INFN

## COS'E' LA LUCE DI SINCROTRONE?

La **luce di sincrotrone** è la radiazione elettromagnetica generata dalla accelerazione, mediante campi magnetici, di particelle cariche che si muovono ad una velocità comparabile a quella della luce.

Quando particelle dotate di carica elettrica, come gli elettroni e i positroni circolanti negli anelli dell'acceleratore DAΦNE, vengono costrette, dai magneti curvanti, a compiere delle traiettorie circolari, queste, seguendo delle ben note leggi dell'elettromagnetismo, emettono, in direzione tangente alla loro traiettoria, stretti coni di radiazione (Fig. 1).



**Fig. 1.** Radiazione di sincrotrone emessa da particelle cariche che si muovono, lungo traiettorie circolari, ad una velocità,  $v$ , comparabile alla velocità della luce,  $c$ .

Questa radiazione viene chiamata **luce di sincrotrone** (Fig. 2) perchè "**sincrotrone**" è il nome che viene dato agli acceleratori circolari che usano campi elettrici variabili per compensare l'energia persa dalle particelle per effetto di questa emissione e campi magnetici per far loro compiere traiettorie circolari.



**Fig. 2.** Radiazione di sincrotrone prodotta da DAΦNE.

## COME SI PRODUCE?

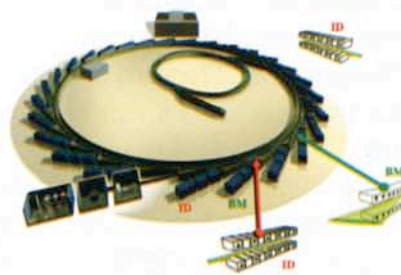
La radiazione di sincrotrone può essere prodotta artificialmente dagli acceleratori come DAΦNE o, naturalmente, da elettroni, che si muovono ad alta velocità, accelerati dall'azione di campi magnetici presenti nello spazio (Fig. 3).



**Fig. 3.** Immagine della Nebulosa del Granchio (Telescopio Spaziale Hubble, NASA-ESA): lo sfondo bluastrò diffuso è prodotto dalla radiazione di sincrotrone.

Negli acceleratori circolari la radiazione di sincrotrone può essere prodotta dai **magneti curvanti** o da altre strutture magnetiche denominate '**wiggler**' e '**ondulatori**'.

Tali strutture magnetiche periodiche, conosciute anche come '**insertion devices**' (Fig. 4), vengono inserite nelle sezioni dritte create **ad hoc** fra due magneti curvanti. La loro funzione è quella di modificare la traiettoria rettilinea



**Fig. 4.** Visione schematica di un acceleratore circolare di linee o beamlines di luce di sincrotrone aventi come sorgenti magneti curvanti (BM) o 'insertion devices' (ID)

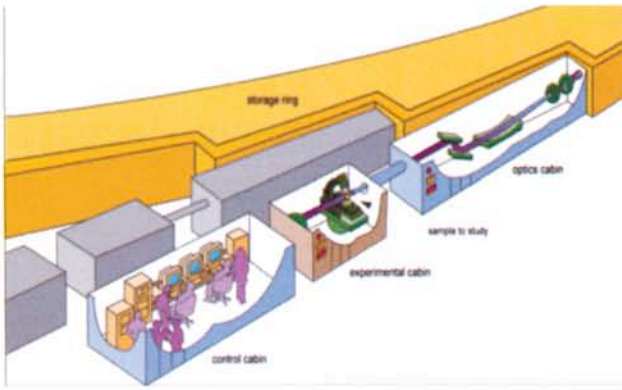


Fig. 5. Visione schematica delle parti che costituiscono una linea di luce di sincrotrone.

delle particelle cariche imponendo loro un movimento ondulatorio, ossia inducendole a compiere una serie di curve, il cui effetto è la generazione di significativi cambiamenti nello spettro della radiazione di sincrotrone emessa.

L'insieme di tutta la strumentazione che serve a trasportare la luce di sincrotrone dall'acceleratore fino al laboratorio, dove viene utilizzata per specifiche applicazioni, prende il nome di **beamline**. Una tipica beamline è di fatto costituita da tre parti fondamentali, una relativa alle ottiche, una agli apparati sperimentali ed infine, una al controllo (Fig. 5).

La luce di sincrotrone ha delle proprietà come l'alta intensità ed altre che la rendono uno strumento fondamentale per ricerche in campo sia scientifico che tecnologico.

Lo spettro elettromagnetico della luce di sincrotrone si estende dall'infrarosso ai raggi X di alta energia (Fig. 6).

### A COSA SERVE?

Le diverse lunghezze d'onda dei fotoni emessi possono essere usate per studi che vanno da **dimensioni atomiche** a quelle di una **cellula** (Fig. 7) e per questo motivo sono utili in ricerche avanzate in campi come la **scienza dei materiali**, la **fisica**, la **chimica**, la **biologia**, la **medicina**, la **scienza della terra** e dell'**ambiente**. In particolare, le specifiche proprietà della luce di sincrotrone, la rendono uno strumento fondamentale per applicazioni e studi nel campo delle **nanoscienze**.

**DAΦNE-Luce** è il laboratorio di luce di sincrotrone situato presso i Laboratori Nazionali di Frascati dell'INFN. In questo laboratorio sono già in funzione dal 2003 tre linee che usano, in **modo dedicato** e **parassitico**, la luce di sincrotrone prodotta da DAΦNE,

un anello di accumulazione da 0.51 GeV, in cui circolano correnti di elettroni e positroni maggiori di 1 ampere.

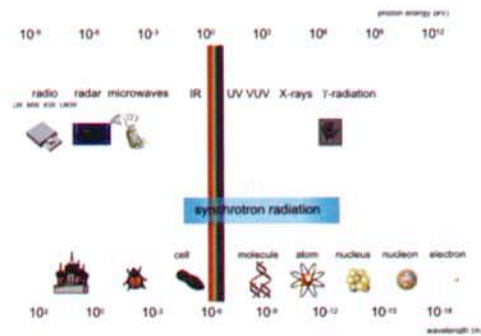


Fig. 6. Spettro elettromagnetico ed estensione spettrale della luce di sincrotrone.

Due di queste linee, quella di raggi X di bassa energia (DXR-1) e quella di radiazione UV (ultravioletta) (DXR-2) utilizzano uno dei wiggler di DAΦNE come sorgente di luce di sincrotrone mentre la terza linea, SINBAD (**Synchrotron Infrared Beamline At DAΦNE**), raccoglie la radiazione prodotta da uno dei magneti curvanti. SINBAD è stata la prima linea di luce di sincrotrone italiana ad operare nell'infrarosso. Due nuove linee **XUV** (raggi X di bassa energia e radiazione ultravioletta) sono attualmente in costruzione.

Nell'INFN c'è una lunga tradizione nell'uso della luce di sincrotrone per studi interdisciplinari, tradizione nata in più di 10 anni di attività sul vecchio acceleratore ADONE e proseguita ai giorni nostri su DAΦNE.

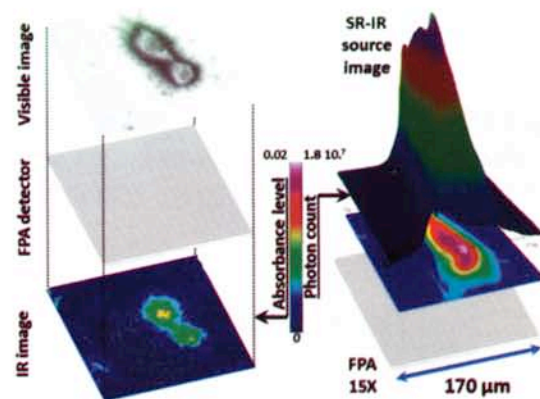


Fig. 7. Pannello di sinistra: Immagine nel visibile e mappa spettrale nell'infrarosso (IR) di una cellula singola di glioma di ratto che fornisce una biodistribuzione del collagene nel tessuto connettivo sano e distrofico. Pannello di destra: Ricostruzione della sorgente di radiazione IR prodotta da DAFNE che illumina il rivelatore.