



# Attività cristalli a Ferrara per RD-MUCOL

Laura Bandiera, A. Mazzolari  
08/09/2020

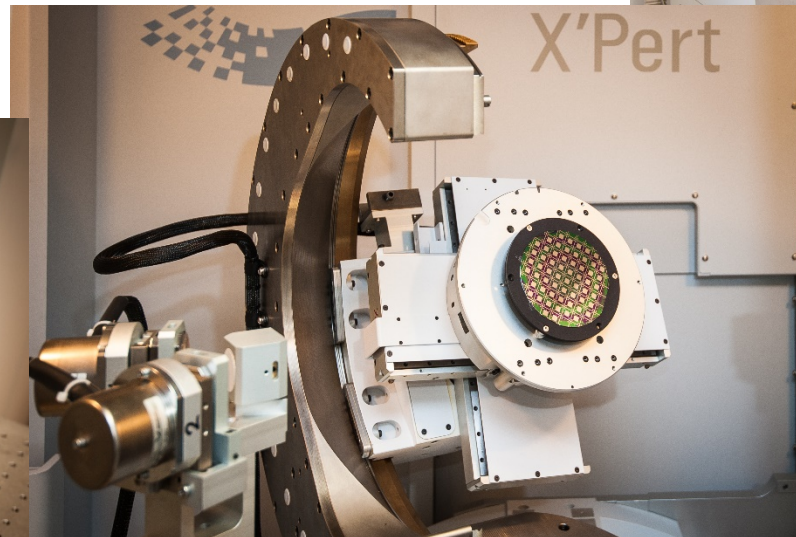
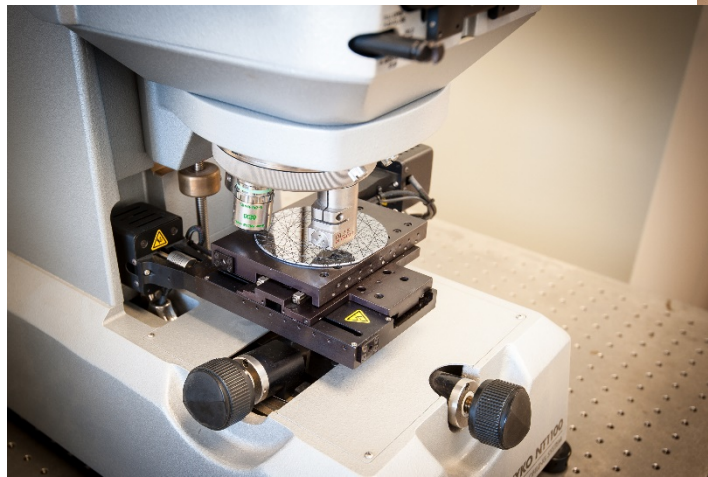
# INFN-FERRARA INFRASTRUCTURE

Laboratory fully equipped for silicon micro and nanomachining  
ISO4 certified clean room (130 m<sup>2</sup>)

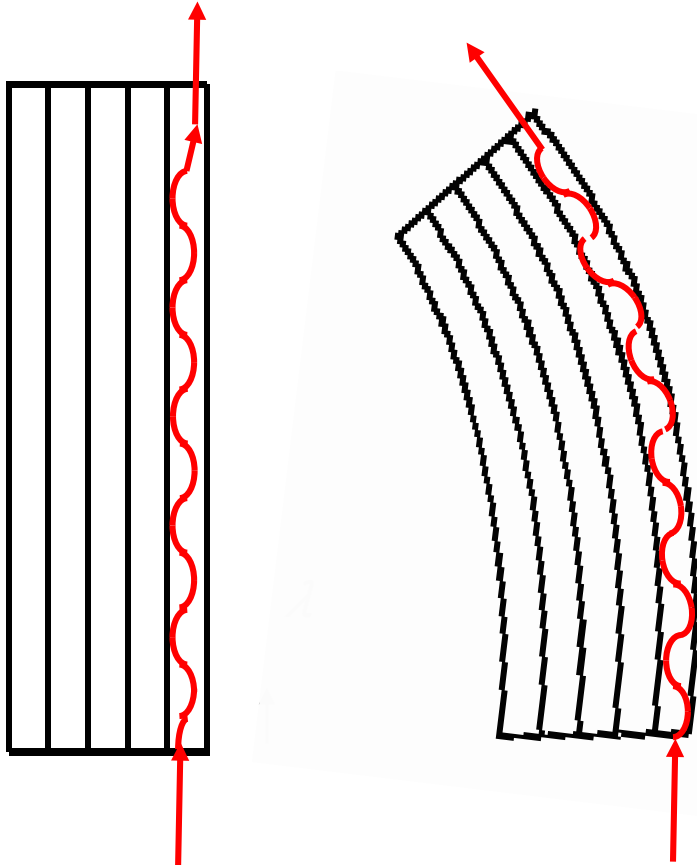
High-resolution x-ray diffraction

Dicing and polishing equipment

White light and Fizeau inteferferometers



# BENT CRYSTALS FOR MUON BEAM MANIPULATION



E. Tsyganov, 1976

Channeling of a charged particle beam in a bent crystal results in steering of its trajectory



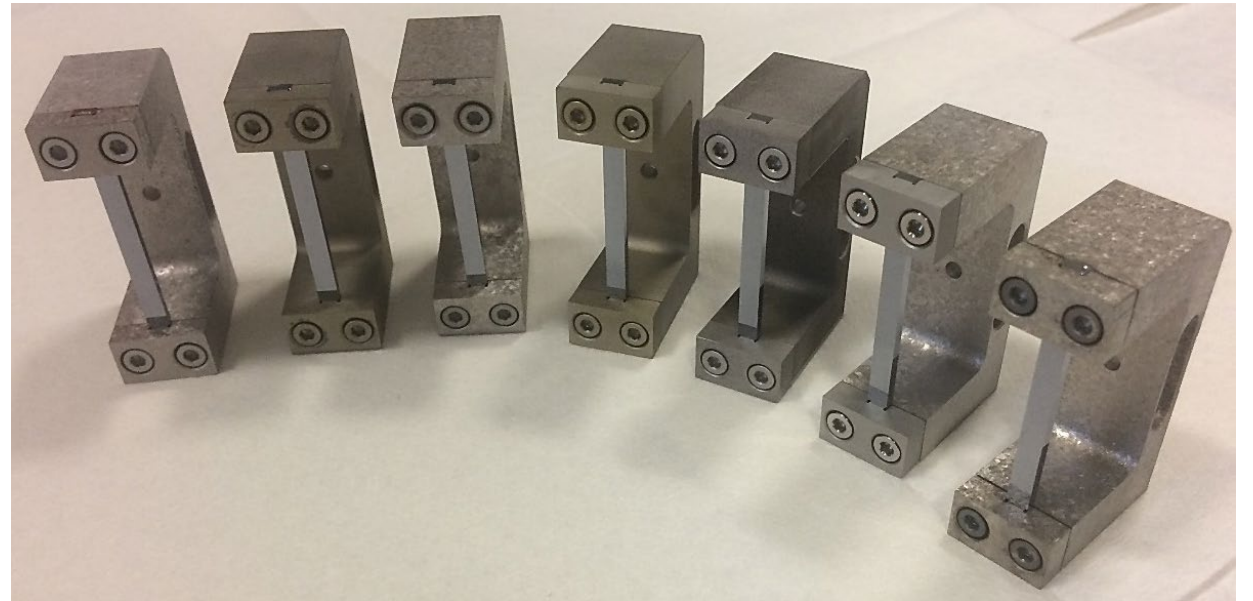
Bent crystals can be used in particle accelerators as collimating or extraction element

# CRYSTALS FOR COLLIMATION

A set of 6 crystals for collimation of the LHC ions circulating beam is underway

Crystals might play a role as collimators for the beam.

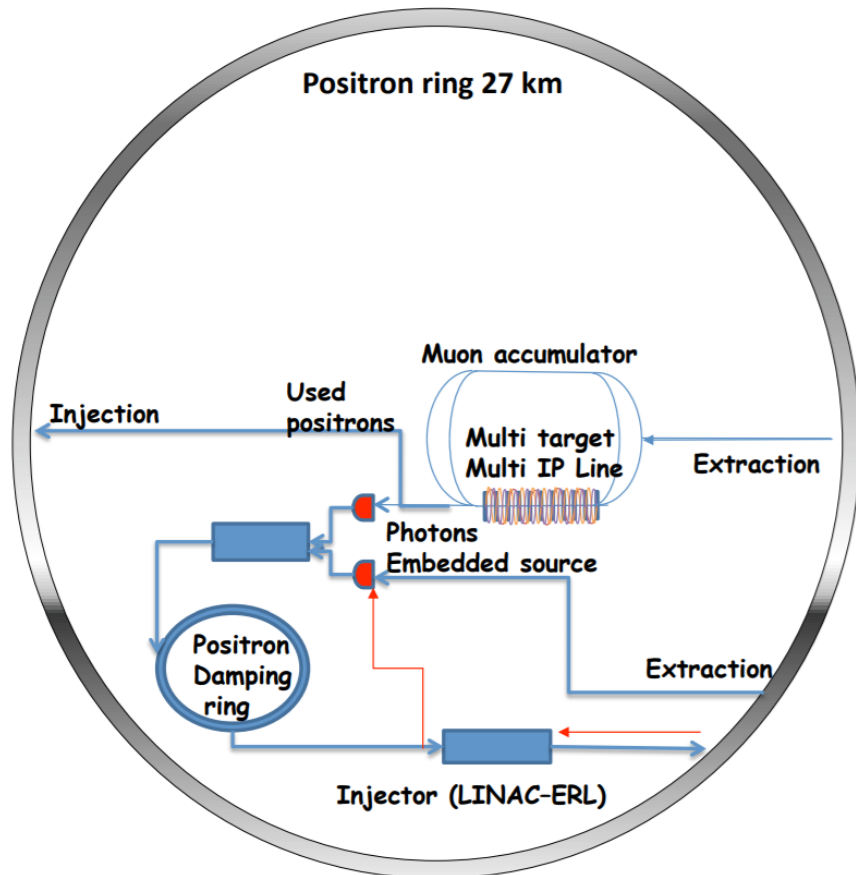
Solid experience from manufacturing of crystals for collimation of the LHC circulating beam.



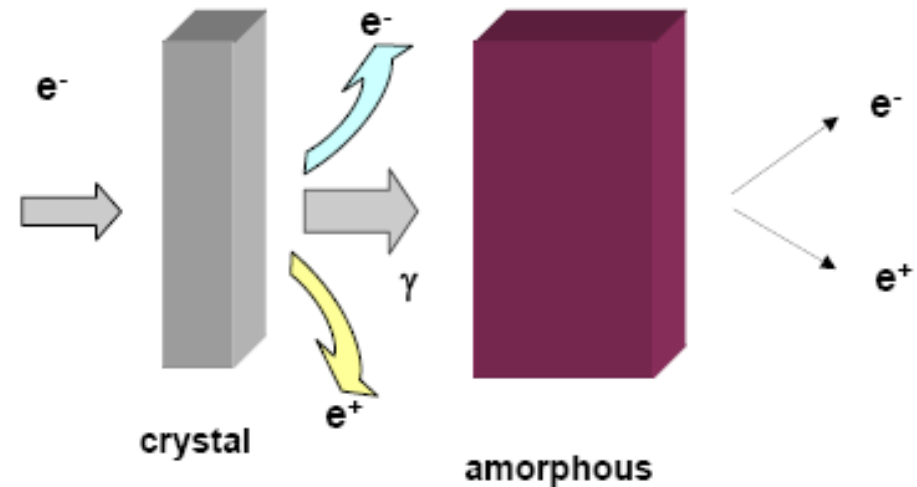
Daniel Schulte highlighted a possible usage of bent crystal collimators in the muon collider collimation system!  
We plan to start an investigation in collaboration with the CERN Muon Collider group!

# INNOVATIVE POSITRON SOURCE USING CHANNELING RADIATION IN CRYSTALS

LEMMA PROPOSAL (INFN)



Positron source using a crystal



*Idea of R. Chehab, V. Strakhovenko and .Variola*

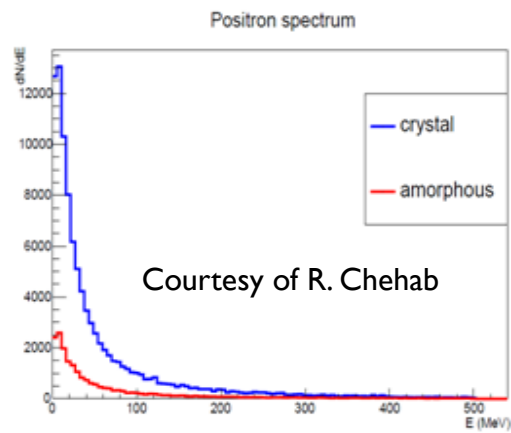
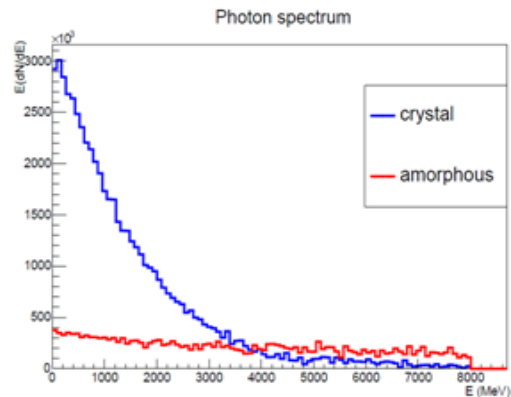
**I. Chaikovska and R. Chehab**, responsible for FCC-ee positron source are already involved in the Muon Collider group and recently initiated a formal collaboration with our team (Coord. L. Bandiera) in Monte Carlo simulation and crystal tests on beam.

# THE HYBRID POSITRON SOURCE USING CHANNELING: A PROMISING DEVICES FOR FUTURE COLLIDERS

Enhancement of photon generation in crystals in channeling conditions →  
radiation length shorter than in amorphous and decrease with increasing energy.

High rate of soft photons → creation of soft positrons easily captured in matching systems.

Hybrid scheme allows for the reduction of the energy deposition and the associated PEDD (Peak Energy Deposition Density).



Courtesy of R. Chehab

- Sinergy with the FCC-ee positron study.
- On the other hand, the LEMMA positron source has is own challenges (e.g. the very high-intensity, possibility of embedded source), requiring dedicated investigation on possible crystal targets, heating resistance and dedicated hybrid source setup.
  - This work will be carried on in collaboration with the IJCL.

Courtesy of I. Chaikovska

	SLC	CLIC (380 GeV)	ILC (250 GeV)	LHeC (pulsed)	LHeC (ERL)	LEMMA	FCC-ee
e- beam energy(GeV)	45.6	380	250	140	60	45 (e+)	45.6
Norm. hor. emitt. (mm.mrad)	30	0.92	5	100	50	18	24.1
Norm. vert. emitt. (mm.mrad)	2	0.02	0.035	100	50	18	89
Bunches/macropulse	1	352	1312	10 <sup>5</sup>			2
Repetition Rate	120	50	5	10	CW		200 (Inj)
Bunches/second	120	17600	6560	10 <sup>6</sup>	20×10 <sup>6</sup>		16640
e+/second (10 <sup>14</sup> )	0.08	1.1	1.3	18	440	100	0.06@Inj
Polarization	No	No/Yes	Yes	Yes	Yes	No	No

# ATTIVITA' 2021

## ■ CRISTALLI CURVI:

- realizzazione di un cristallo curvo in silicio al fine di studiare la possibilità di deflettere fasci di muoni: tale interazione non è mai stata osservata sperimentalmente, e risulterebbe essere certamente utile in vista della collimazione e manipolazione di fasci in un muon collider.
- ottimizzazione dei parametri del cristallo da definire in collaborazione coi vari gruppi della collaborazione internazionale, in particolare col gruppo del CERN.

## ■ CRISTALLI PER SORGENTE DI POSITRONI:

- progettazione di targhette cristalline (non curvate, tipicamente cristalli ad alto Z) aventi geometria idonea alla sorgente di LEMMA: la progettazione di queste targhette mediante Monte Carlo verrà condotta in collaborazione con IJCL ;
- uno degli aspetti cruciali da studiare riguarda la resistenza di questi materiali quando esposti a fasci di particelle di elevata intensità e/o per molto tempo -> la qualità cristallografica di tale targhette sarà investigata prima e dopo l'irradiazione con fasci di elettroni di elevata intensità e/o per diverso tempo (per esempio con protoni ad HiRadMat o all'acceleratore MAMI con un fascio continuo di elettroni di circa 1 GeV in Germania ) tramite tecniche tipicamente utilizzate per la determinazione del danno indotto da radiazione su materiali cristallini (diffrazione di raggi-x con luce di sincrotrone per caratterizzare il bulk dei cristalli e diffrazione di raggi-x ad alta risoluzione con sorgenti da laboratorio, Rutherford backscattering in modalità channeling presso le strutture INFN di Legnaro).

# PREVENTIVO DI SPESA

	<b>RICHIESTA</b>	<b>COSTO</b>
<b>CONSUMO</b>	Target cristallini (non curvati) di interesse per positron source LEMMA	7.00
	Cristalli (Si) per deflessione muoni	6.00
	Dispositivi meccanici per piegatura cristalli	2.50
	Lame per taglio e sagomatura cristalli e reagenti	3.00
	Caratterizzazione targette cristalline presso sincrotrone ESRF (Francia):topografie a raggi-x del bulk del cristallo. ESRF è l'unica facility europea dove poter realizzare tale caratterizzazione, che viene offerta solo a pagamento. Il costo è scontato del 50%.	8.00
<b>MISSIONI</b>	Caratterizzazioni di targette cristalline presso sincrotrone ESRF	1.00
	Missioni Italia/CERN per riunioni del gruppo Muon Collider	2.00
	Missioni per prese dati su fasci di test e misure in altri laboratori	3.00
	Collaborazione progettazione bersaglio cristallino per LEMMA - presso laboratorio IJCL 2 settimane x 2 persone	3.00
<b>MANUTENZIONE</b>	Cofinanziamento (33%) contratto di manutenzione diffrattometro	6.00
	Cofinanziamento (20%) contratto di manutenzione clean room	5.00