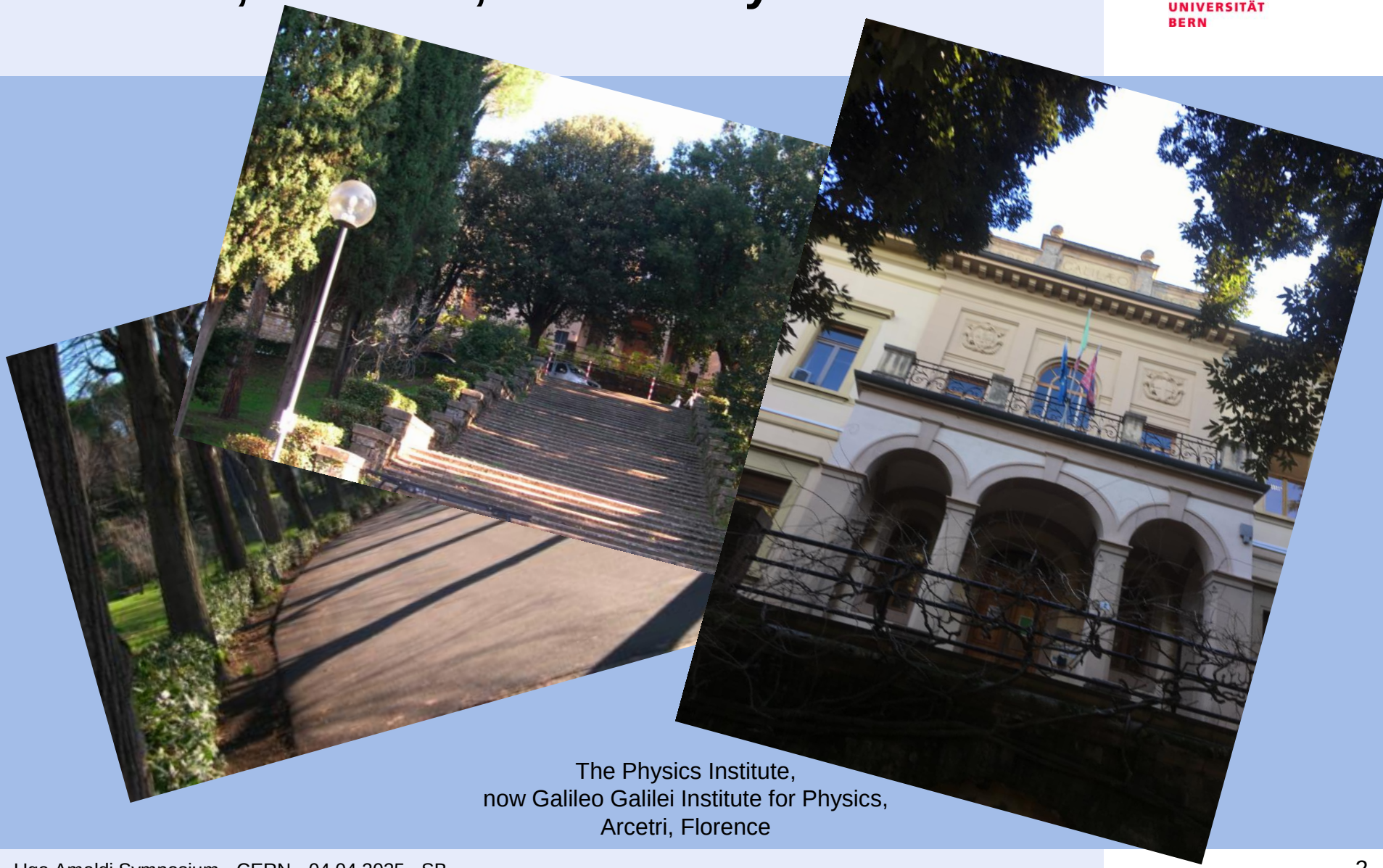
UNIVERSITÄT BERN

Particle Physics Courses in Florence and Milan

Saverio Braccini

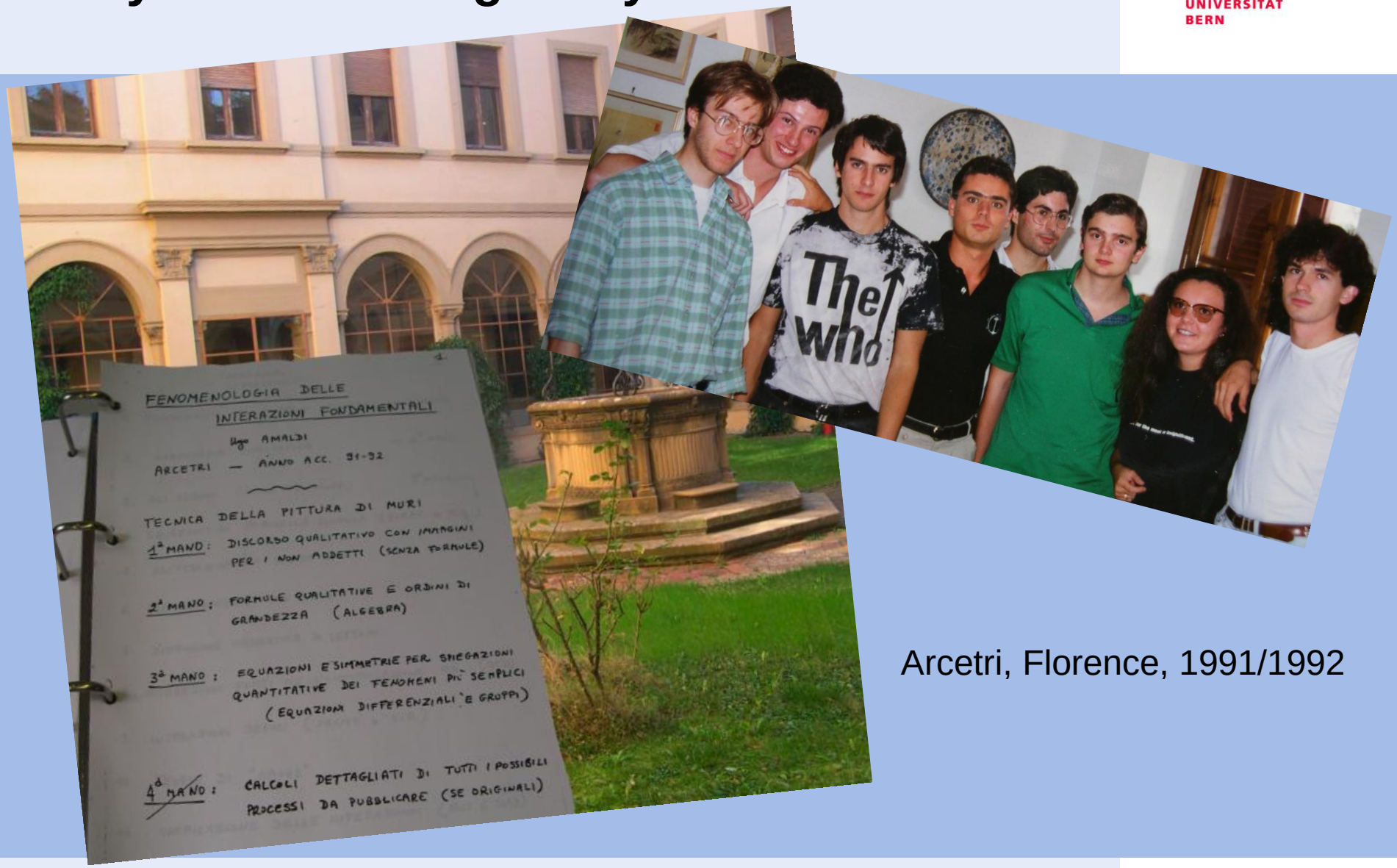
Albert Einstein Center for Fundamental Physics (AEC)
Laboratory for High Energy Physics (LHEP)
University of Bern, Switzerland

Arcetri, Florence, academic year 1991/92



The Physics Institute,
now Galileo Galilei Institute for Physics,
Arcetri, Florence

A year that changed my life

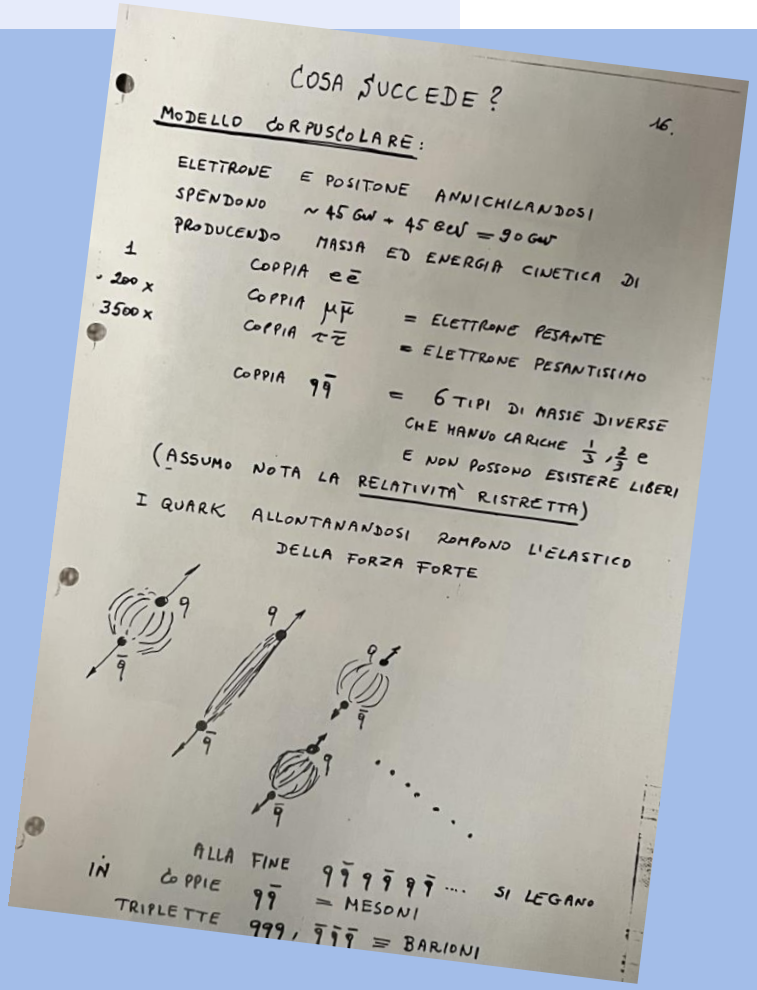


Arcetri, Florence, 1991/1992

The course: Phenomenolgy of fundamental interactions

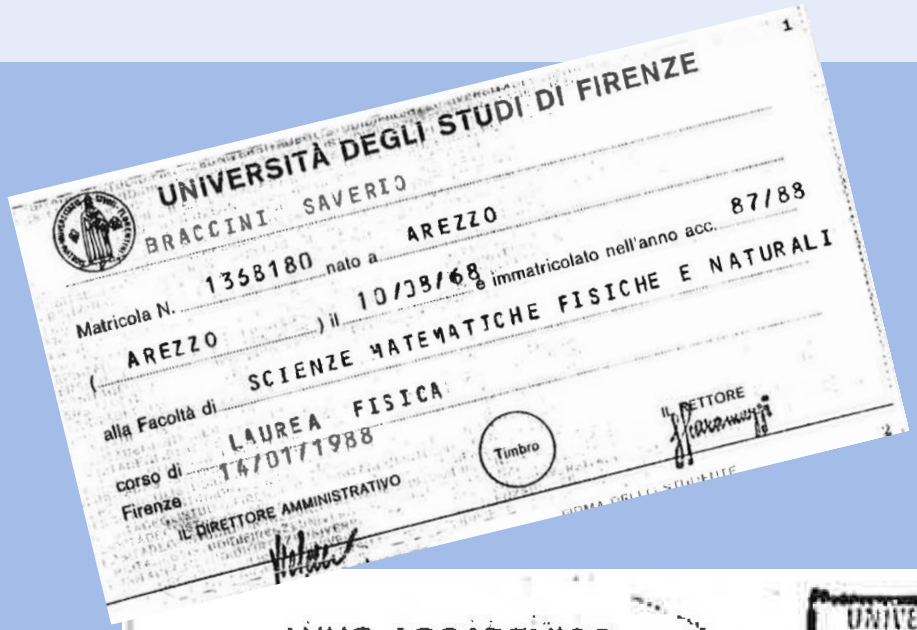
UNIVERSITÄT BERN

1. Basics of the Standard Model
2. Qualitative graphology
3. Hadrons
4. Single particle equations
5. Electrodynamics (without spin)
6. Electrodynamics (with spin)
7. Deep inelastic scattering
8. Strong interactions
9. Weak interactions
10. Gauge theories
11. Unification of interactions



About 300 hand written slides

The official name was different …



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FIRENZE

BRACCINI SAVERIO

Matricola N. 1358180 nato a AREZZO

(AREZZO) il 10/08/68 è immatricolato nell'anno acc. 87/88

alla Facoltà di SCIENZE MATEMATICHE FISICHE E NATURALI

corso di LAUREA FISICA

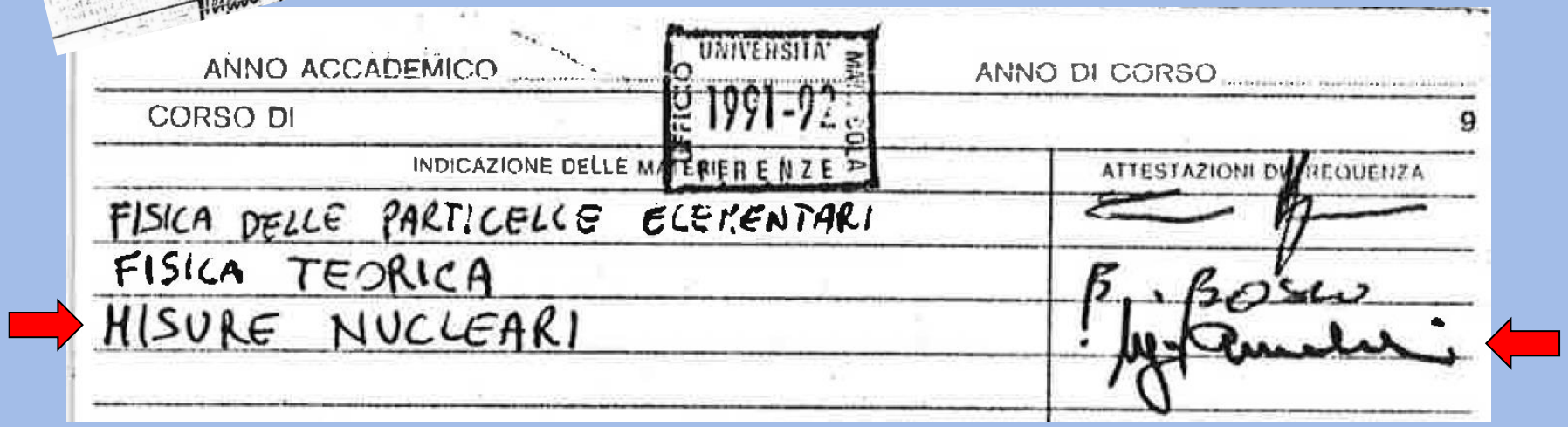
Firenze 14/01/1988

IL DIRETTORE AMMINISTRATIVO

Timbro

IL RETTORE

The "libretto"
with Ugo's signature



ANNO ACCADEMICO 1991-92

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FIRENZE

ANNO DI CORSO 9

CORSO DI

INDICAZIONE DELLE MATERIE

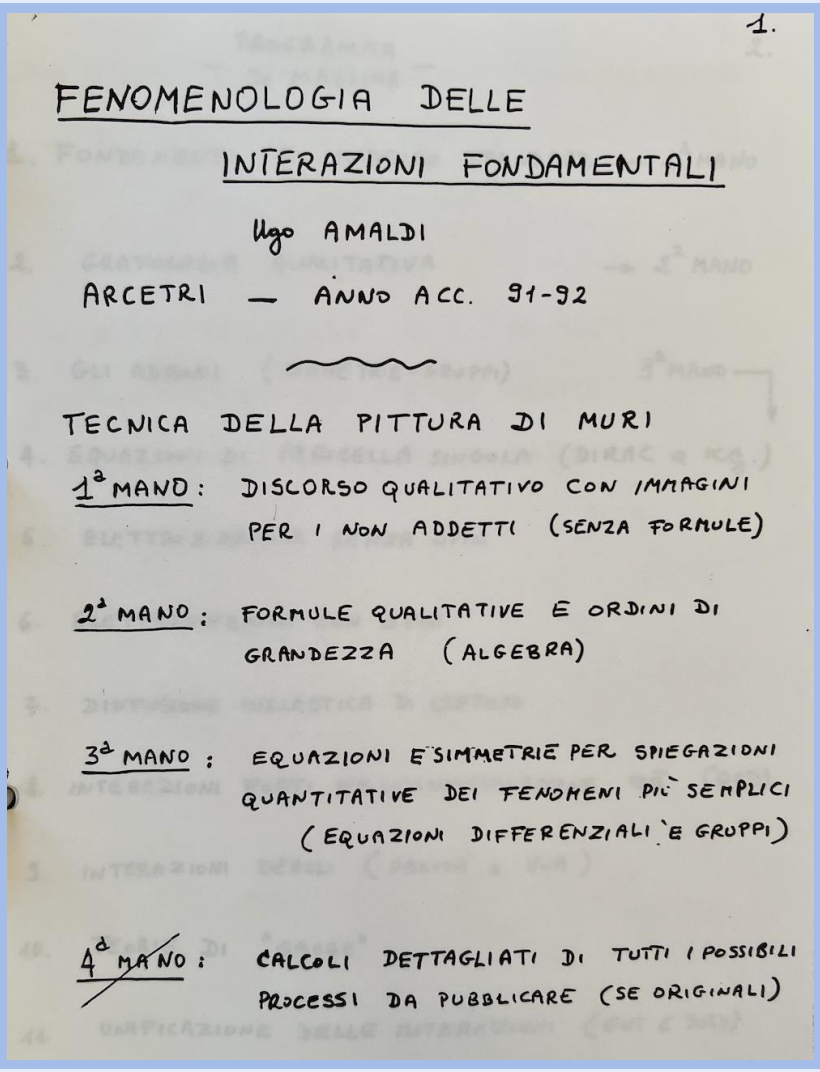
ATTESTAZIONI DI FREQUENZA

FISICA DELLE PARTICELLE ELEMENTARI

FISICA TEORICA

MISURE NUCLEARI

An original teaching methodology … in layers!



1.

FENOMENOLOGIA DELLE

INTERAZIONI FONDAMENTALI

Ugo AMALDI

ARCETRI — ANNO ACC. 91-92

TECNICA DELLA PITTURA DI MURI

1ª MANO: DISCORSO QUALITATIVO CON IMMAGINI PER I NON ADDETTI (SENZA FORMULE)

2ª MANO: FORMULE QUALITATIVE E ORDINI DI GRANDEZZA (ALGEBRA)

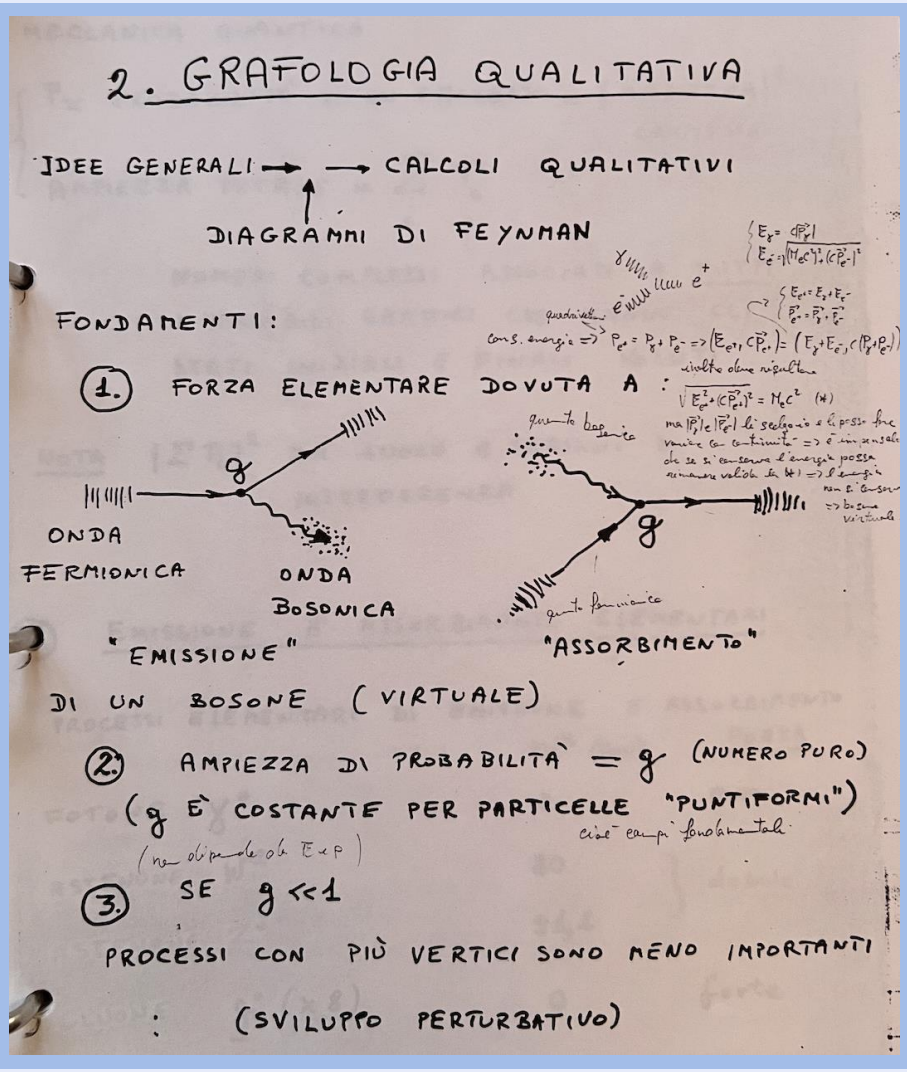
3ª MANO: EQUAZIONI E SIMMETRIE PER SPIEGAZIONI QUANTITATIVE DEI FENOMENI PIÙ SEMPLICI (EQUAZIONI DIFFERENZIALI E GRUPPI)

4ª MANO: CALCOLI DETTAGLIATI DI TUTTI I POSSIBILI PROCESSI DA PUBBLICARE (SE ORIGINALI)

Knowledge in successive layers:

1. Qualitative, with images – no formulas
2. Qualitative formulas and orders of magnitude
3. Equations and symmetries: most simple cases
4. Detailed calculations (if new, to be published!)

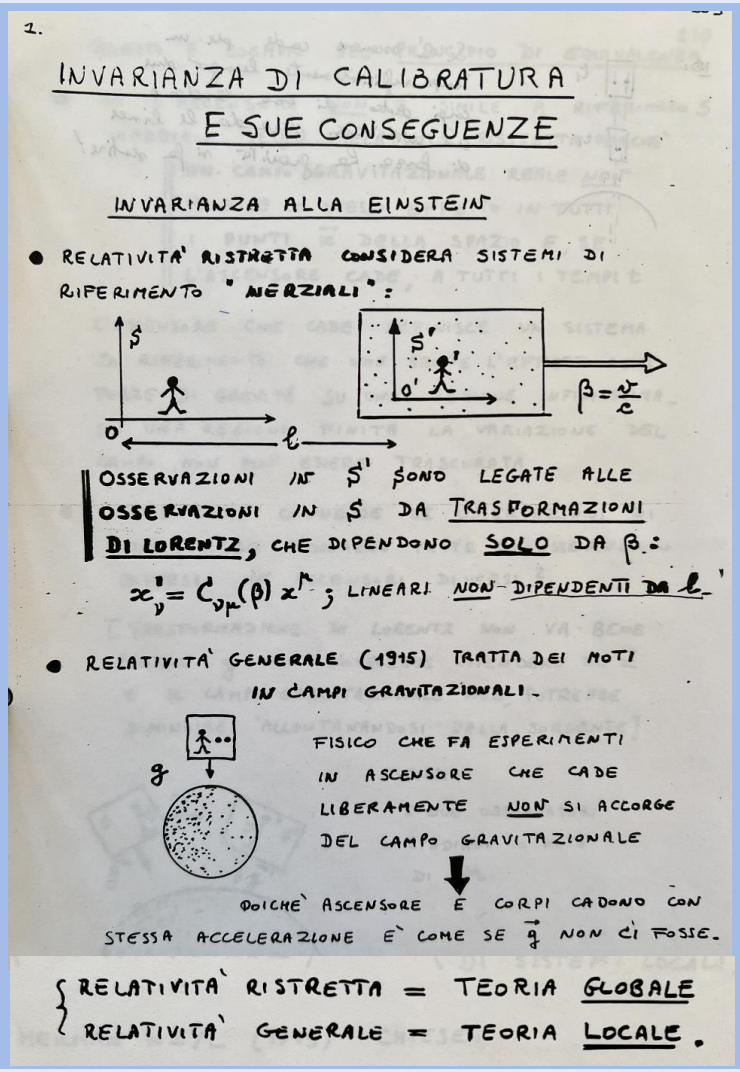
Second layer: “qualitative graphology”



An original, quick and effective way to obtain the correct order of magnitude of fundamental particle physics processes based on:

- A few simple rules
- Dimensional considerations

Introduction to gauge theories


2.

INVARIANZA DI CALIBRATURA
E SUE CONSEGUENZE

INVARIANZA ALLA EINSTEIN

- RELATIVITA' RISTRETTA CONSIDERA SISTEMI DI RIFERIMENTO "INERZIALI":

OSSERVAZIONI IN S' SONO LEGATE ALLE OSSERVAZIONI IN S DA TRASFORMAZIONI DI LORENTZ, CHE DIPENDONO SOLO DA β:

$x'_\nu = C_{\nu\mu}(\beta)\, x^\mu$; LINEARI NON-DIPENDENTI DA ℓ

- RELATIVITA' GENERALE (1915) TRATTA DEI MOTI IN CAMPI GRAVITAZIONALI.

FISICO CHE FA ESPERIMENTI IN ASCENSORE CHE CADE LIBERAMENTE NON SI ACCORGE DEL CAMPO GRAVITAZIONALE

POICHE' ASCENSORE E CORPI CADONO CON STESSA ACCELERAZIONE E' COME SE $\vec{g}$ NON CI FOSSE.

RELATIVITA' RISTRETTA = TEORIA GLOBALE
RELATIVITA' GENERALE = TEORIA LOCALE.

…

There are two kind of transformations. ***Global transformations****, in which the modification happens in all points of space at the same time ("tutti i punti uguali") …*
If we want the law of physics to be invariant for ***local transformations****, we need the* ***right connection*** *that* ***reconciles*** *what happens in all points of space and time …*
Do you understand the power of this reasoning?

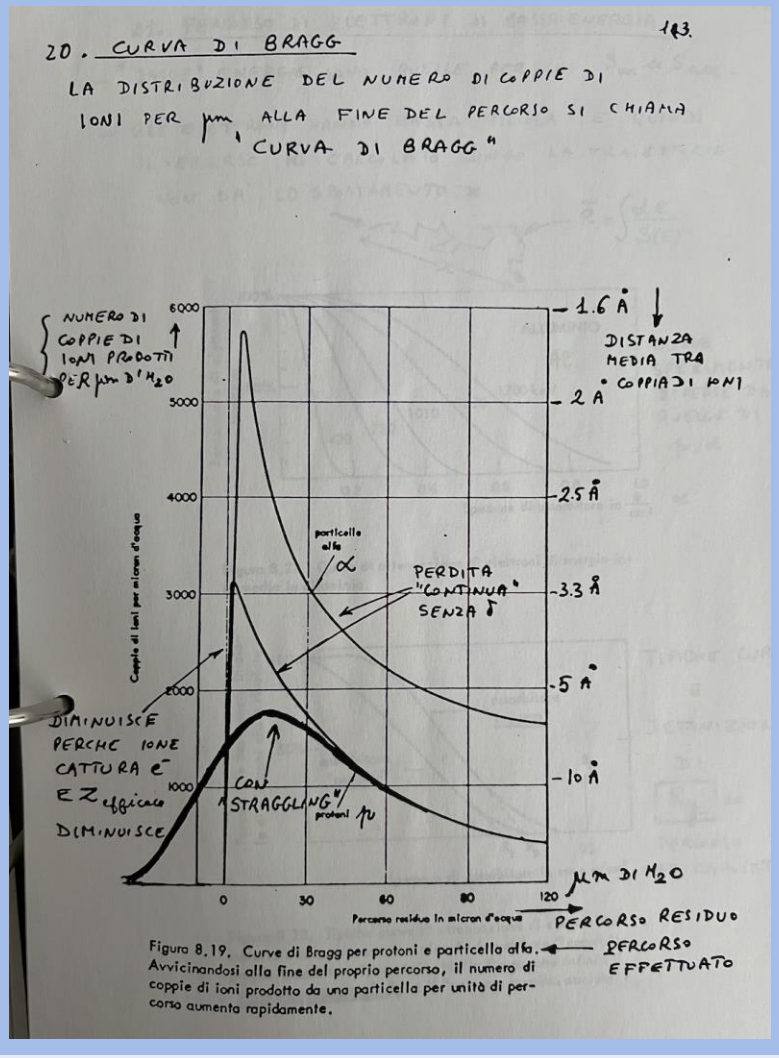
…

A very special Professor

Well, I have to tell you something. When I came back to Geneva, I told myself that I do not want to leave you with incomplete information. In reality, …

"Let's have a sandwich together…"

The last lecture of the course



"Physics is beautiful and useful!"

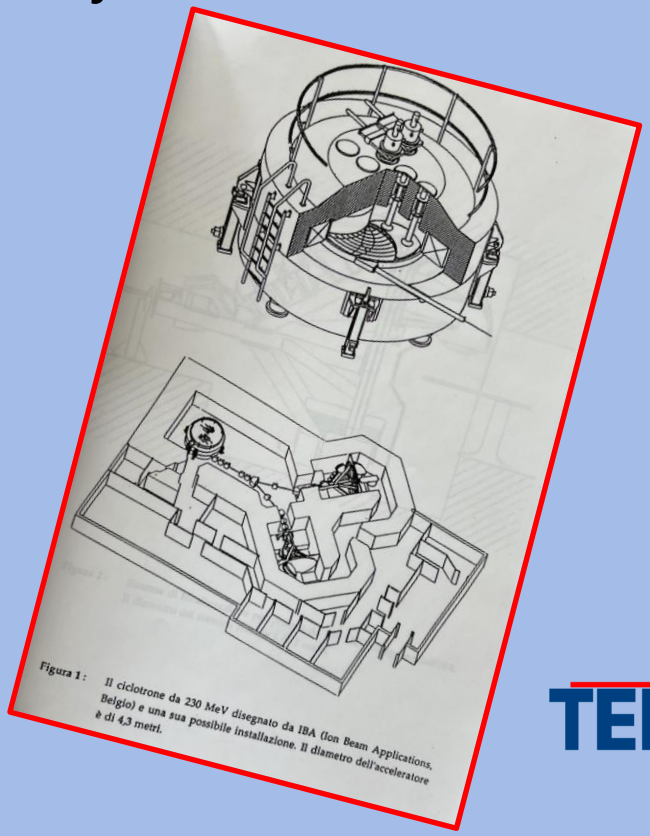


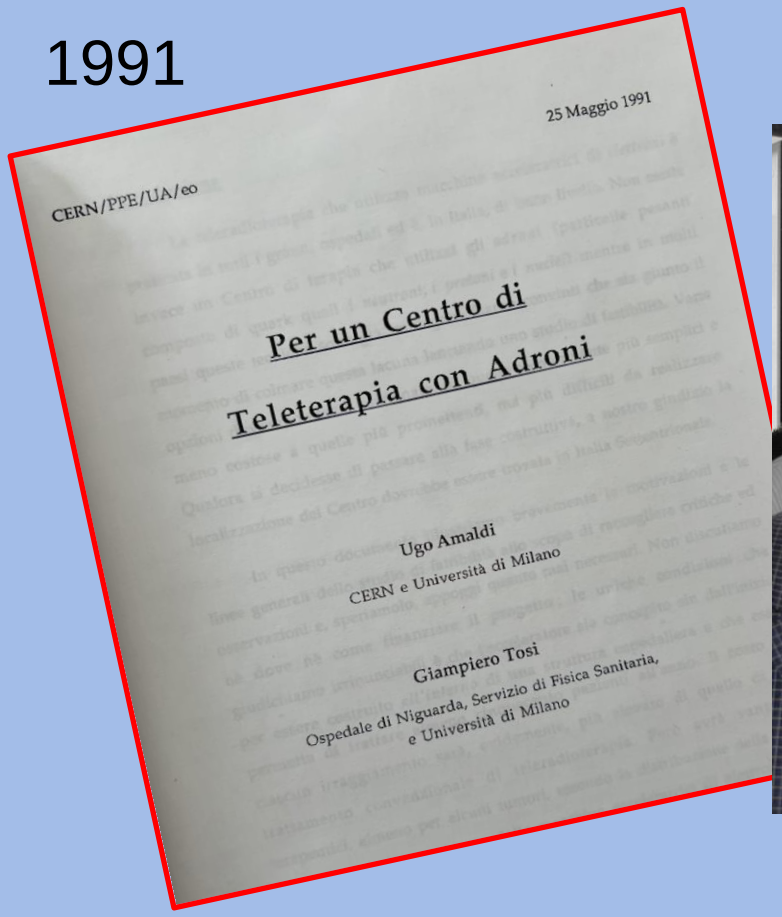
Figura 1: Il ciclotrone da 230 MeV disegnato da IBA (Ion Beam Applications, Belgio) e una sua possibile installazione. Il diametro dell'acceleratore è di 4,3 metri.

In 1992 Ugo founded TERA!

Hadrontherapy and the courses at the medical physics school in Milan (1982-1991)

UNIVERSITÄT BERN

1991



CERN/PPE/UA/eo

25 Maggio 1991

Per un Centro di

Teleterapia con Adroni

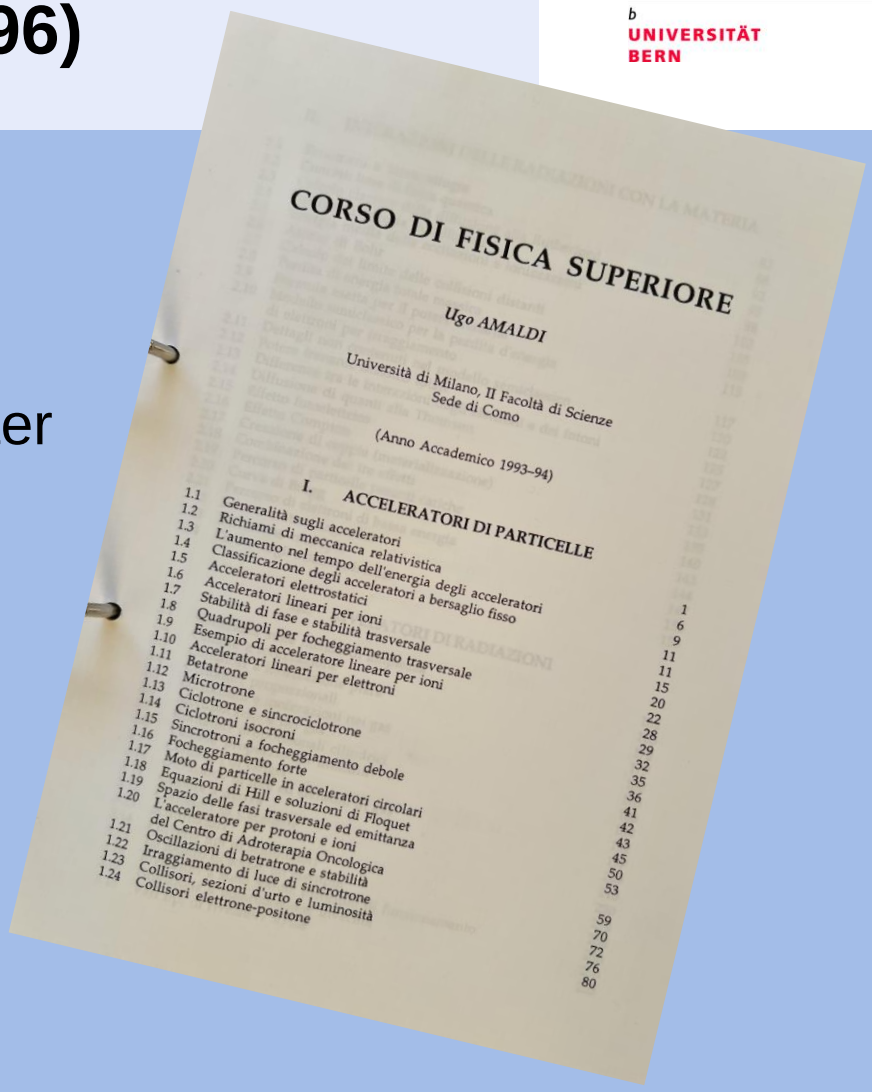
Ugo Amaldi
CERN e Università di Milano

Giampiero Tosi
Ospedale di Niguarda, Servizio di Fisica Sanitaria,
e Università di Milano

Ugo Amaldi, Umberto Veronesi, Giampiero Tosi

The course at University of Milan: “Fisica superiore” (1993-1996)

1. Particle accelerators
2. Interactions of particles with matter
3. Particle detectors
4. Elementary particles and forces
5. Structure of nuclei
6. Nuclear decay
7. Astrophysics and cosmology



CORSO DI FISICA SUPERIORE

Ugo AMALDI

Università di Milano, II Facoltà di Scienze
Sede di Como

(Anno Accademico 1993–94)

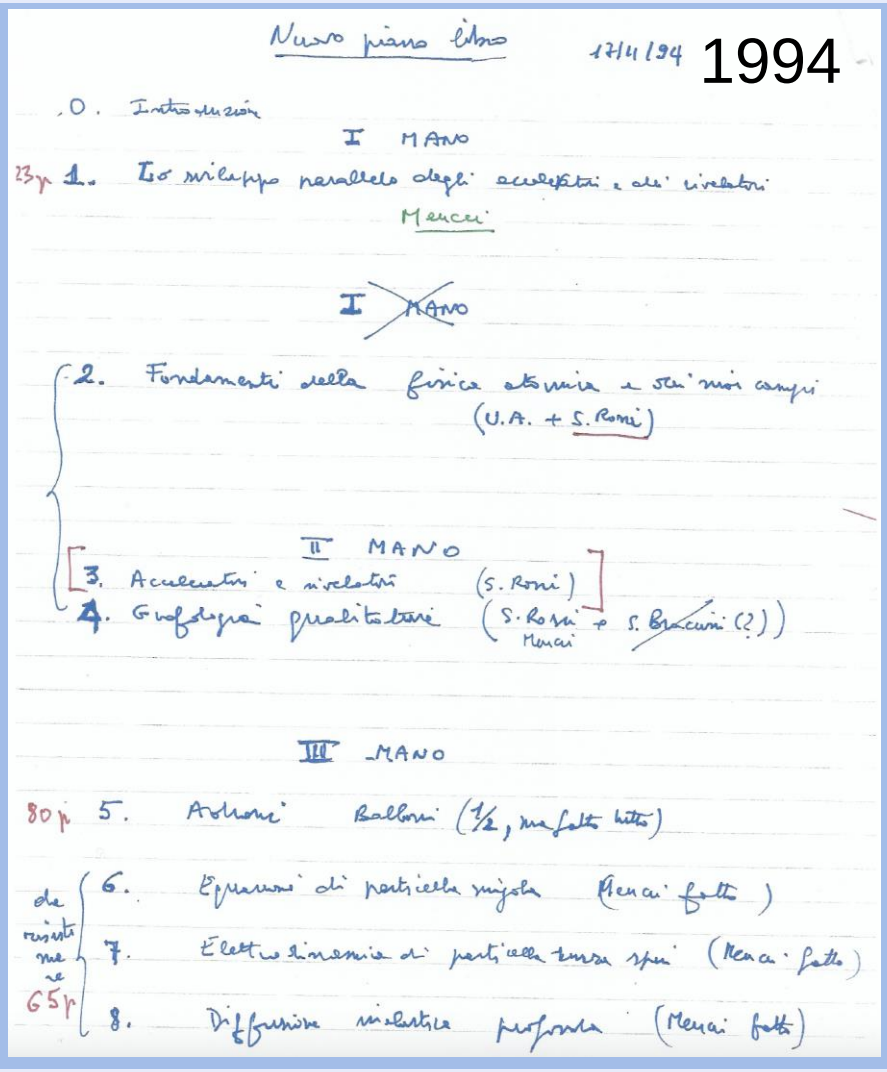
I. ACCELERATORI DI PARTICELLE

1.1 Generalità sugli acceleratori 1
1.2 Richiami di meccanica relativistica 6
1.3 L'aumento nel tempo dell'energia degli acceleratori 9
1.4 Classificazione degli acceleratori a bersaglio fisso 11
1.5 Acceleratori elettrostatici 11
1.6 Acceleratori lineari per ioni 15
1.7 Stabilità di fase e stabilità trasversale 20
1.8 Quadrupoli per focheggiamento trasversale 22
1.9 Esempio di acceleratore lineare per ioni 28
1.10 Acceleratori lineari per elettroni 29
1.11 Betatrone 32
1.12 Microtrone 35
1.13 Ciclotrone e sincrociclotrone 36
1.14 Ciclotroni isocroni 41
1.15 Sincrotroni a focheggiamento debole 42
1.16 Focheggiamento forte 43
1.17 Moto di particelle in acceleratori circolari 45
1.18 Equazioni di Hill e soluzioni di Floquet 50
1.19 Spazio delle fasi trasversale ed emittanza 53
1.20 L'acceleratore per protoni e ioni del Centro di Adroterapia Oncologica 59
1.21 Oscillazioni di betatrone e stabilità 70
1.22 Irraggiamento di luce di sincrotrone 72
1.23 Collisori, sezioni d'urto e luminosità 76
1.24 Collisori elettrone-positone 80

About 500 hand written slides

Why not writing a book with the students?

UNIVERSITÄT BERN


Nuovo piano libro 17/4/94

0. Introduzione

I MANO

23p 1. Lo sviluppo parallelo degli acceleratori e dei rivelatori

Mercei

~~I MANO~~

2. Fondamenti della fisica atomica e sui suoi campi (U.A. + S. Roni)

II MANO

3. Acceleratori e rivelatori (S. Roni)

4. Grafologia qualitativa (S. Roni + ~~S. Braccini~~ (?)) Mercei

III MANO

80p 5. Adroni Ballini (1/2, ma fatto bene)

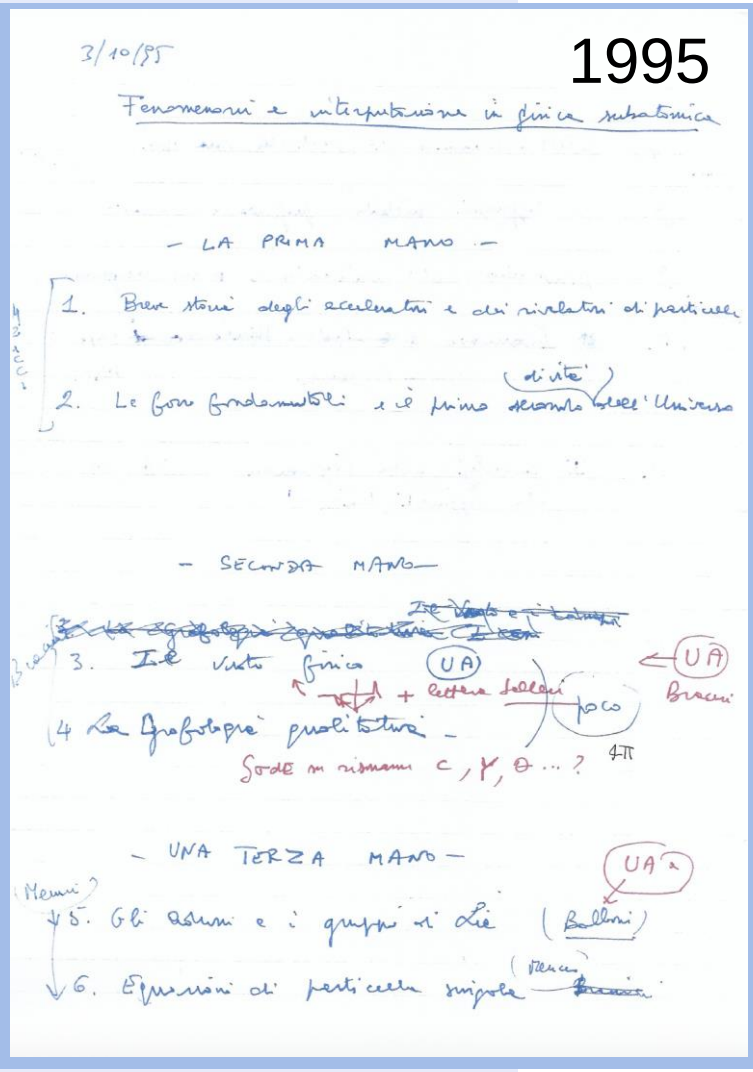
da rivistemare 65p

6. Espansioni di particella singola (Mercei fatto)

7. Elettrodinamica di particella senza spin (Mercei fatto)

8. Diffusione inelastica profonda (Mercei fatto)

1994


3/10/95

Fenomenologia e interpretazione in fisica subatomica

– LA PRIMA MANO –

1. Breve storia degli acceleratori e dei rivelatori di particelle

2. Le forze fondamentali e il primo secondo (diviso) livello dell'Universo

– SECONDA MANO –

3. Il ~~vuoto~~ fisico (UA) + lettura Ballini poco (UA Braccini)

4. La grafologia qualitativa –

Sono rimasti c, γ, θ ... ? 4π

– UNA TERZA MANO –

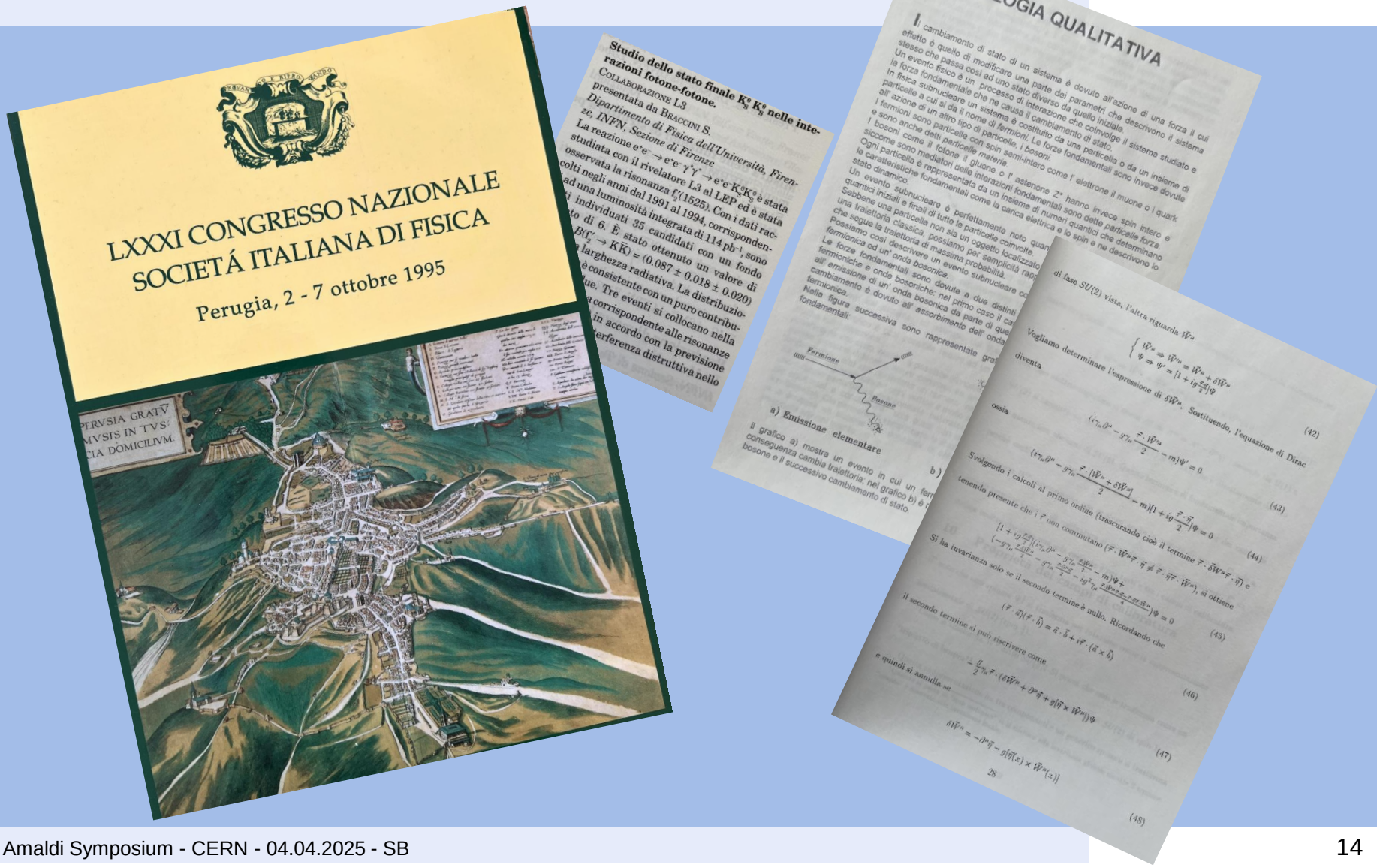
(UA 2) (Mercei)

5. Gli adroni e i gruppi di Lie (Ballini)

6. Espansioni di particella singola (Mercei ~~Braccini~~)

1995

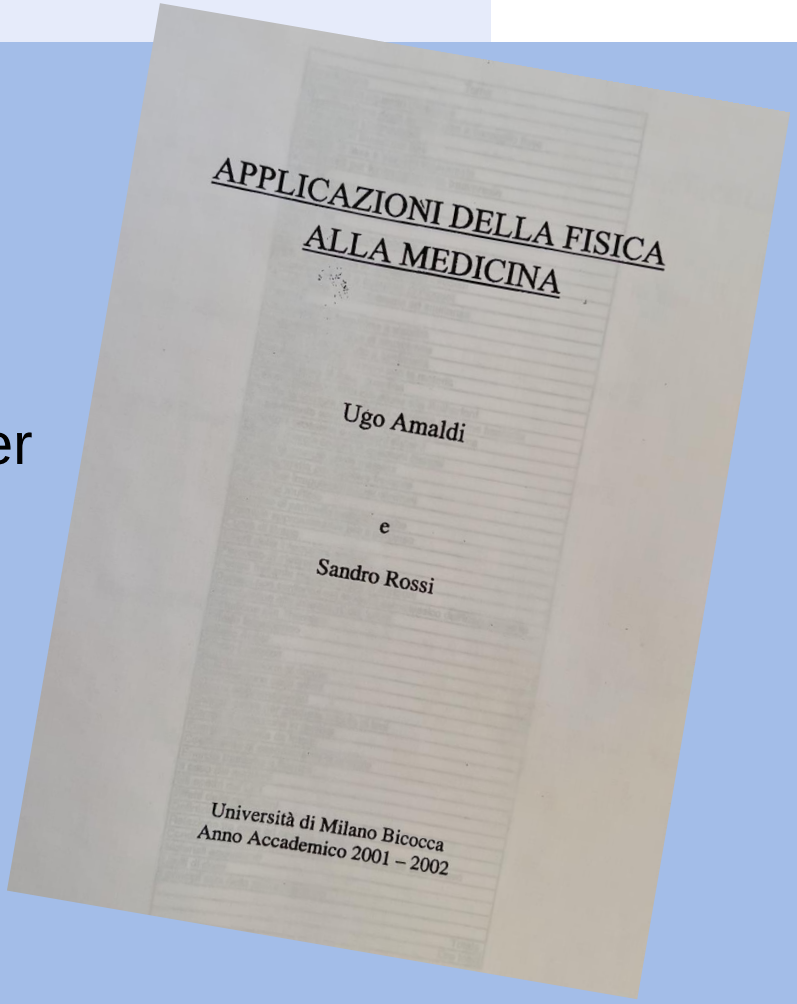
Congress of the Italian Physics Society, Perugia, October 1995



An original example on symmetry, gauge invariance and forces

The course in Milano-Bicocca University: Medical applications of physics (1996-2006)

- Particle accelerators
- Interactions of radiations with matter
- Particle detectors
- Biological effects of radiation
- Dose and dosimetry



About 250 hand written slides

Bringing research to students

56.

20. L'acceleratore per protoni e ioni del Centro Nazionale di Adroterapia Oncologica

Il gruppo TERA (abbreviazione di TErapia con Radiazioni Adroniche) ha ultimato lo studio di un sincrotrone per accelerare protoni e ioni carbonio per la cura dei tumori.

Calcoliamo i parametri fondamentali del sincrotrone che accelera protoni (massa = 938,27 MeV/c^2) fino a 250 MeV e ioni leggeri completamente ionizzati fino a 400 MeV/u (u = 931,49 MeV/c^2).

Il campo magnetico massimo ottenibile nei dipoli di curvatura è di 1,5 T e la circonferenza della macchina è 2,83 volte la lunghezza magnetica totale dei dipoli. L'energia di iniezione per i protoni e gli ioni è di 7 MeV/u.

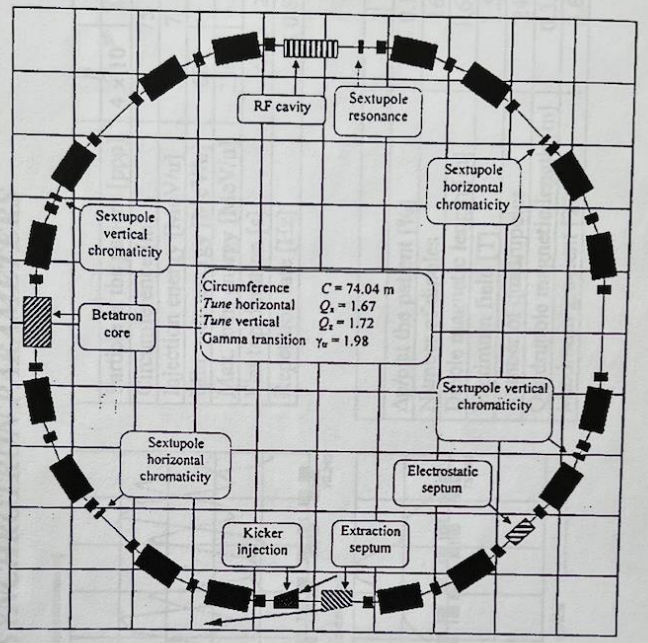
Calcolare:

a. Il raggio di curvatura dei dipoli (ρ) e la circonferenza del sincrotrone.

b. L'intensità del campo magnetico all'iniezione e all'estrazione (ad energia massima) per protoni e ioni.

6:

THE PIMMS SYNCHROTRON



16 dipoles: B_{max} = 1.5 T; $\Delta B/B = \pm 2 \times 10^{-4}$

24 quadrupole: G_{max} = 3.6 T/m; $\Delta G/G = \pm 5 \times 10^{-4}$

The laboratory course in Milano-Bicocca (2004)

Ugo,

thank you very much

for all what you gave to all of us !