



**Několik vět o nejmenším:  
kosmickém záření a  
elementárních částicích  
(v zrcadle výtvarné estetiky)**

**Jan Hladký,**

**Fyzikální ústav v. v. i., AV ČR Praha.**

# PAMĚTI KOSMIKA

Fyzikálního ústavu ČSAV



JAN HLADKÝ

Fyzikální ústav AV ČR, v. v. i., Praha



Akademie věd  
České republiky

Jan Hladký

PAMĚTI KOSMIKA  
FYZIKÁLNÍHO ÚSTAVU ČSAV

Vydalo Nakladatelství Academia  
Středisko společných činností AV ČR, v. v. i.  
Vodičkova 40, 110 00 Praha 1

Obálka Jakub Troják  
Grafická úprava a sazba Jakub Troják  
Redaktor publikace Jaromír Zelenka  
Odpovědný redaktor Josef Smažik  
Technická redaktorka Brigita Dusiová  
Vydání 1., Praha 2017  
Ediční číslo 12066  
Tisk .....

ISBN 978-80-200-2735-1

## Artistic impressions from the Conference and Vienna city

**Jan Hladky<sup>1</sup>**

*Institute of Physics, Acad.Sci., Czech Republic*

*CZ-182 21 Prague 8, Na Slovance 2, Czech Republic*

*E-mail: [hladky@fzu.cz](mailto:hladky@fzu.cz)*

Several drawings during the European Physical Society Conference on High Energy Physics (22–29 July 2015) activity are performed and presented here together with the drawings from Vienna city made in last few years. Also the Higgs boson, seen by the eye of the artist, is presented here by the sculpture from glass and metals. The autor will illustrate the connection of the science and arts. Both „drink the water from the see of phantasy, which helps them to come to finest ideas.“ One helps to other and together bring better understanding in human society.

*The European Physical Society Conference on High Energy Physics*

*22–29 July 2015*

*Vienna, Austria*

<sup>1</sup>Speaker

© Copyright owned by the author(s) under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivs licence (CC BY-NC-ND 4.0) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

# Proč studia částic a KZ provádíme?

- základní výzkum

- aplikace

- filozofie  
(PhD)





# ASTROFYZIKA

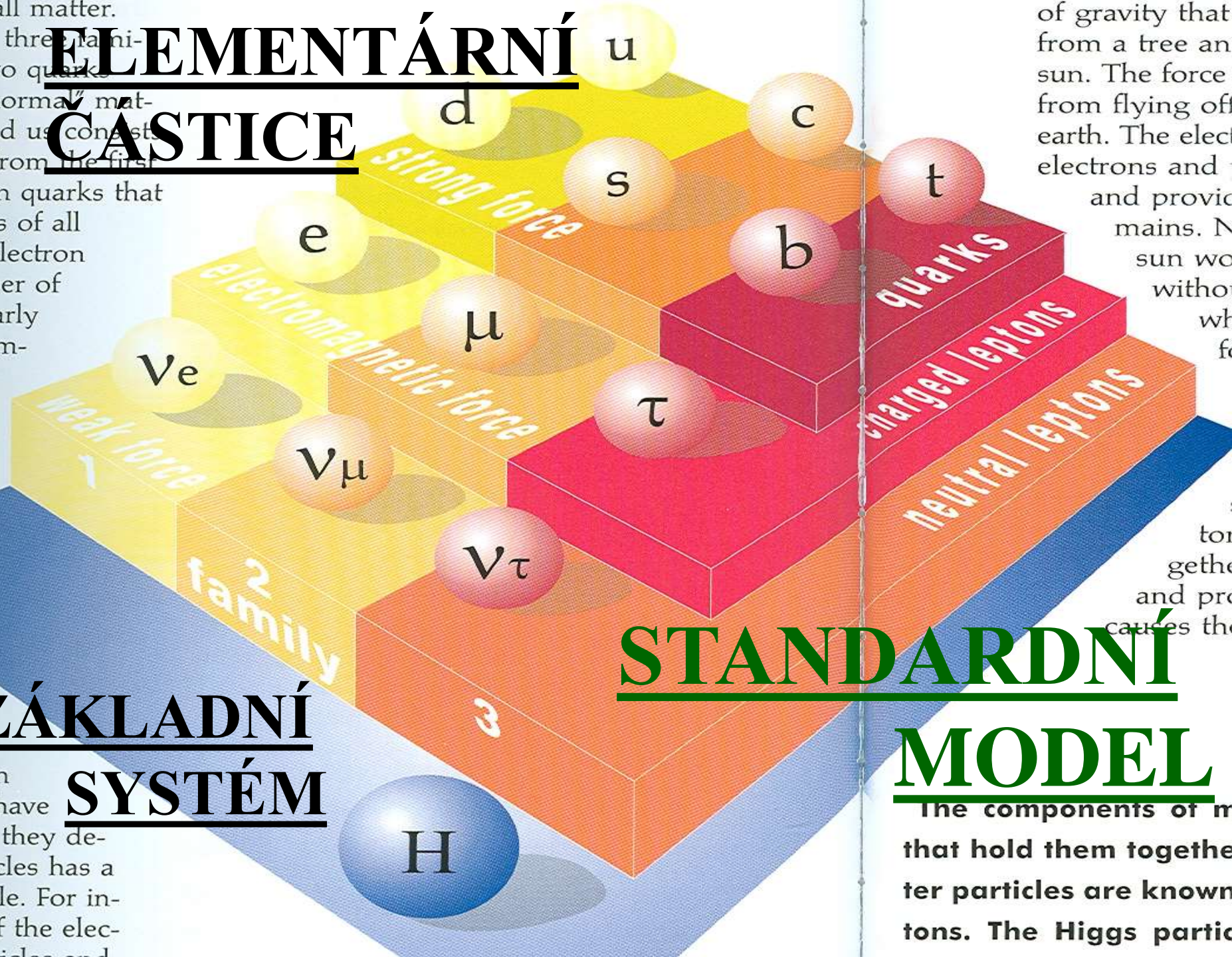
# Hledáme odpovědi na otázky:

- **Co je hmota?**
- **Jaká je její struktura ?**
- **Jak z ní vznikají objekty, jako jsou hvězdy, planety i sám člověk**
- **Jak vznikl Vesmír?**
- **Co určuje jeho současnou podobu?**
- **Kam směřuje?**

## Odpovědi dostáváme pomocí:

- **teorie**
- **experimentů, které mají urychlovače částic a detektory, neb zkoumají kosmické záření**

# ELEMENTÁRNÍ ČÁSTICE



# ZÁKLADNÍ SYSTÉM

# STANDARDNÍ MODEL

The components of m...  
that hold them together...  
ter particles are known...  
tons. The Higgs partic...

of gravity that...  
from a tree an...  
sun. The force...  
from flying off...  
earth. The elec...  
electrons and...  
and provid...  
mains. N...  
sun wo...  
witho...  
wh...  
fo...

ton...  
gethe...  
and pro...  
causes the...

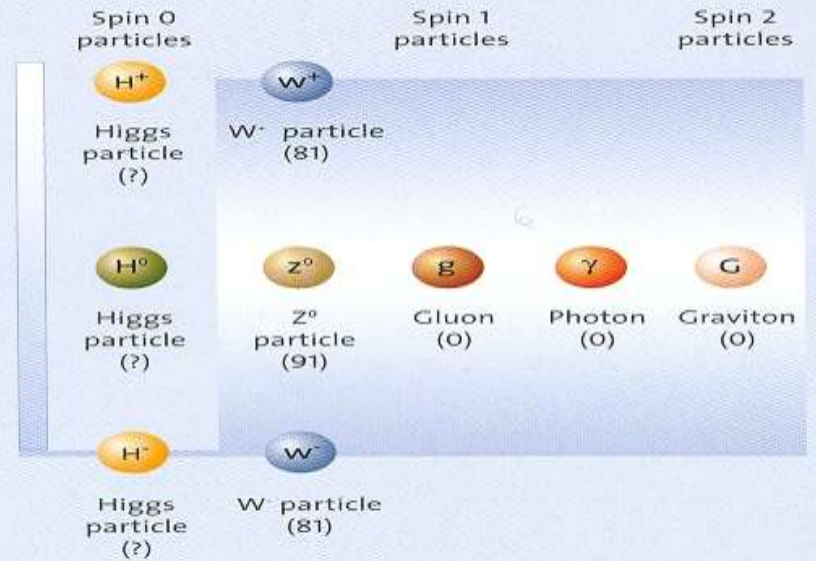
# MODEL SUPERSYMMETRIE SUSY

## The Particles of Supersymmetry

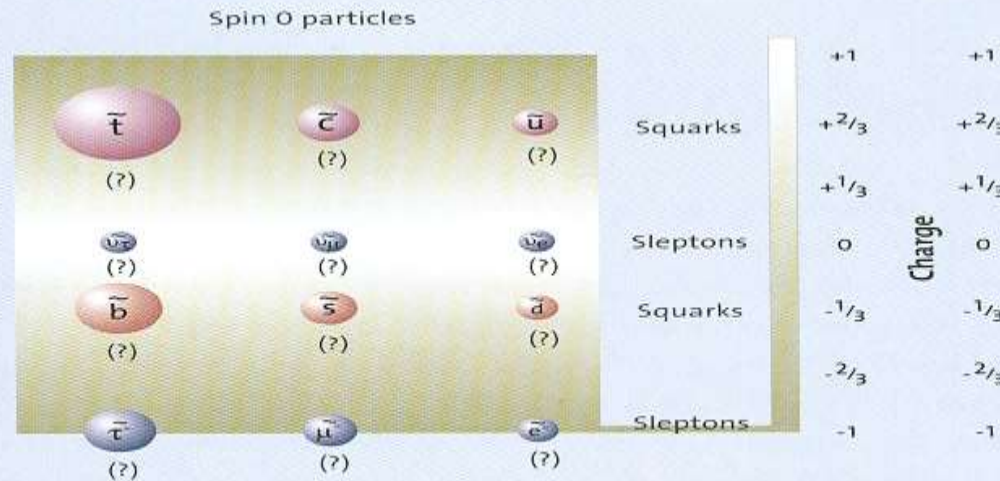
### Superpartners of the Force Particles



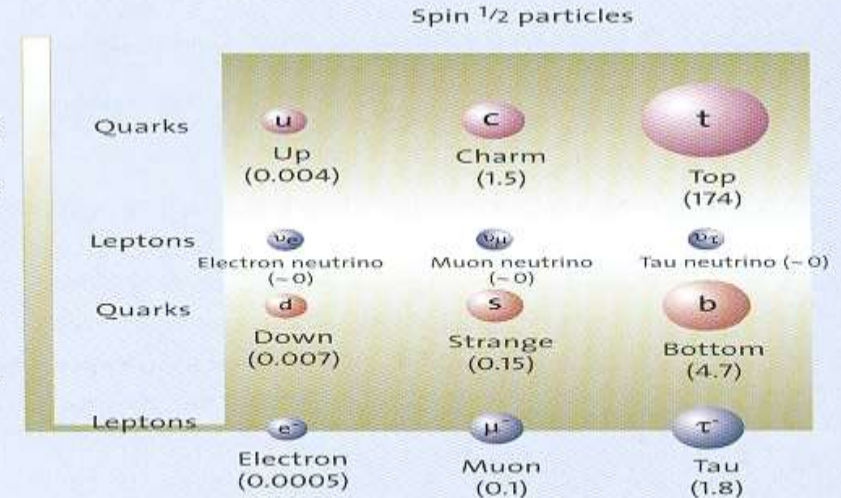
### Force-Mediating Particles



### Superpartners of the Matter Particles

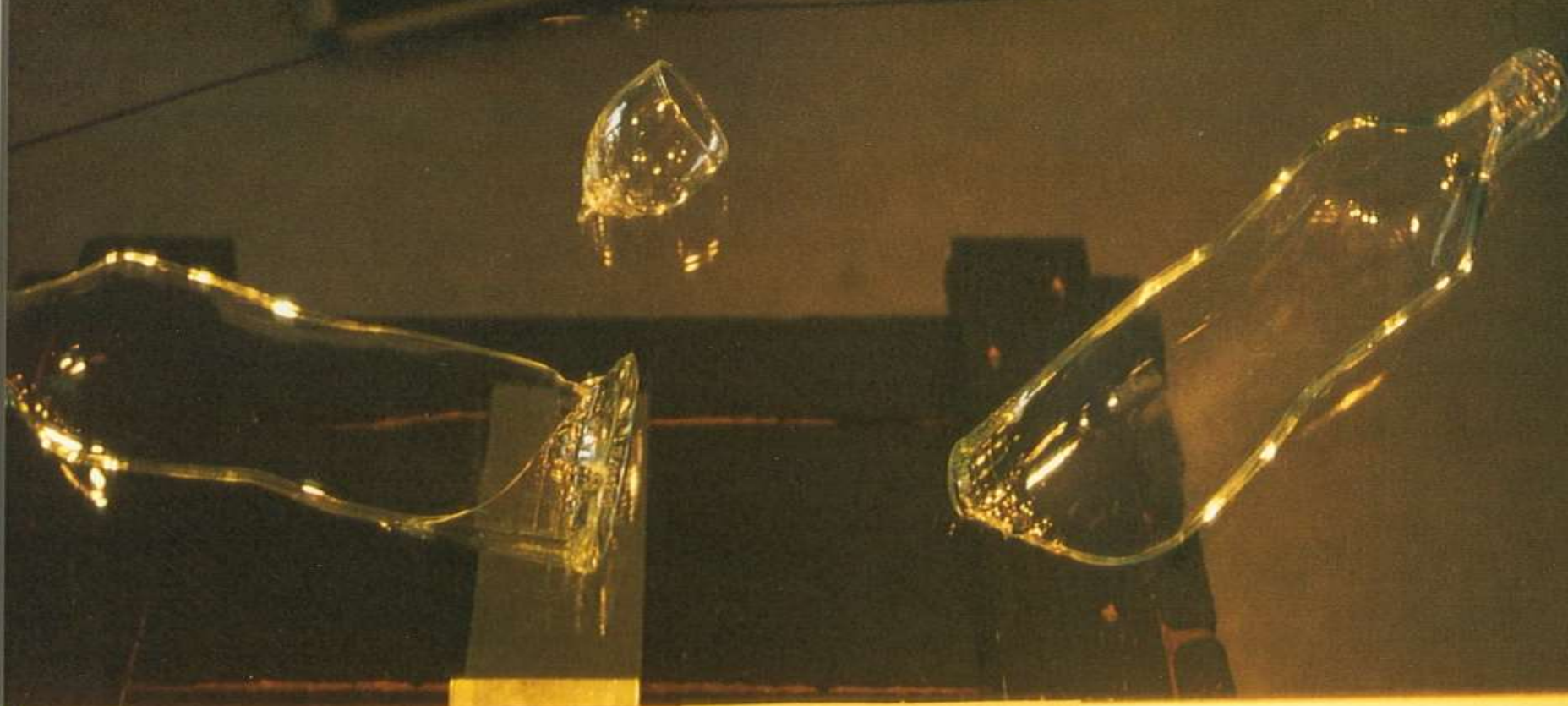


### Matter Particles





# MODEL NARUŠENÍ CP SYMETRIE



BROKEN SYMMETRY

# NARUŠENÁ SYMETRIE

KDE SE NACHÁZÍME?.....

KAM PATŘÍME?

Nacházíme se v prostoru, který se nazývá

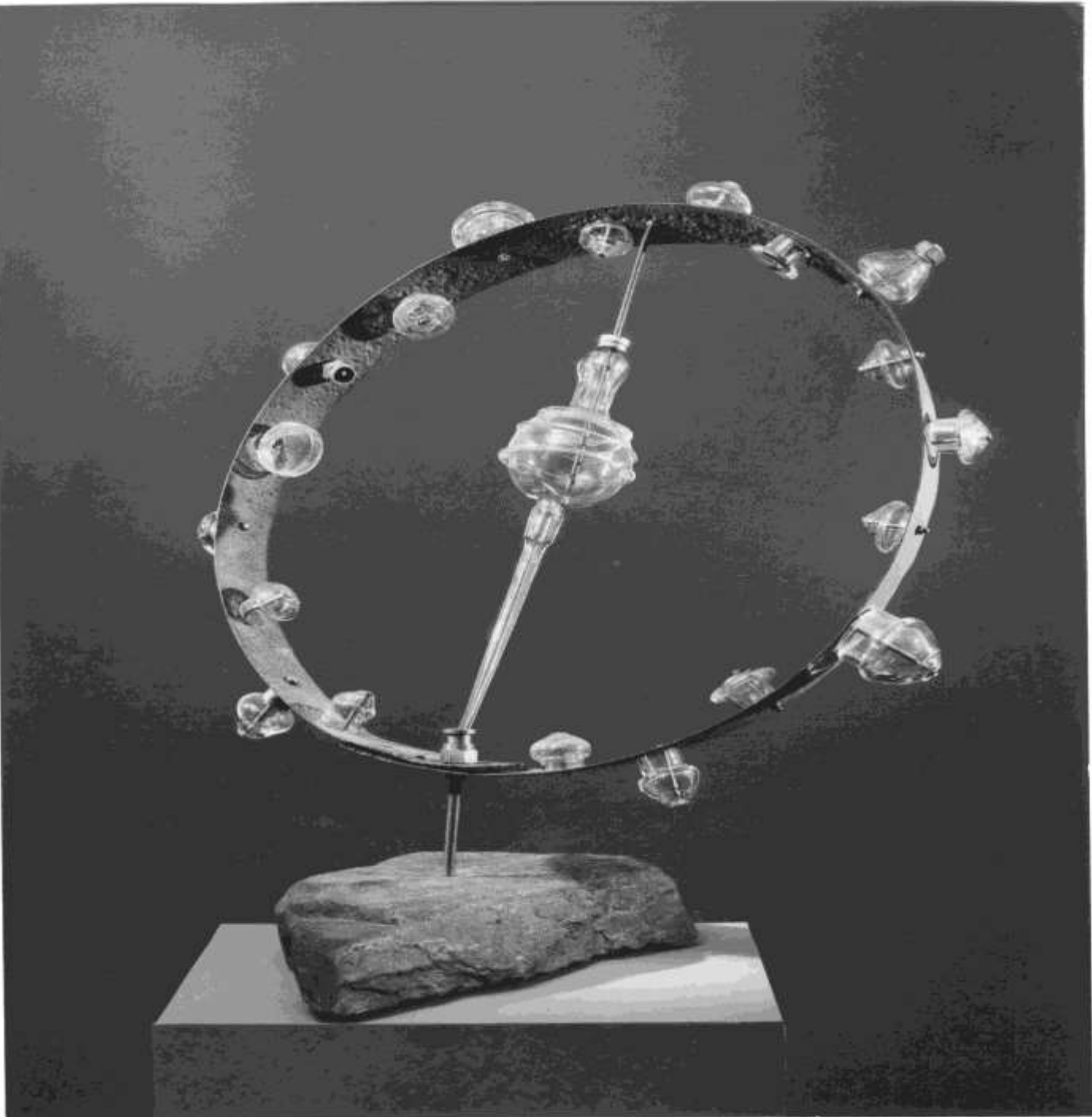
VE SMÍR.

Tento prostor je naplněn částicemi a zářením.

Je tam mimo známého mnoho dosud neznámé

„temné“ hmoty a „temné“ energie.

R  
O  
Z  
K  
V  
E  
T  
L  
Ý



V  
E  
S  
M  
Í  
R

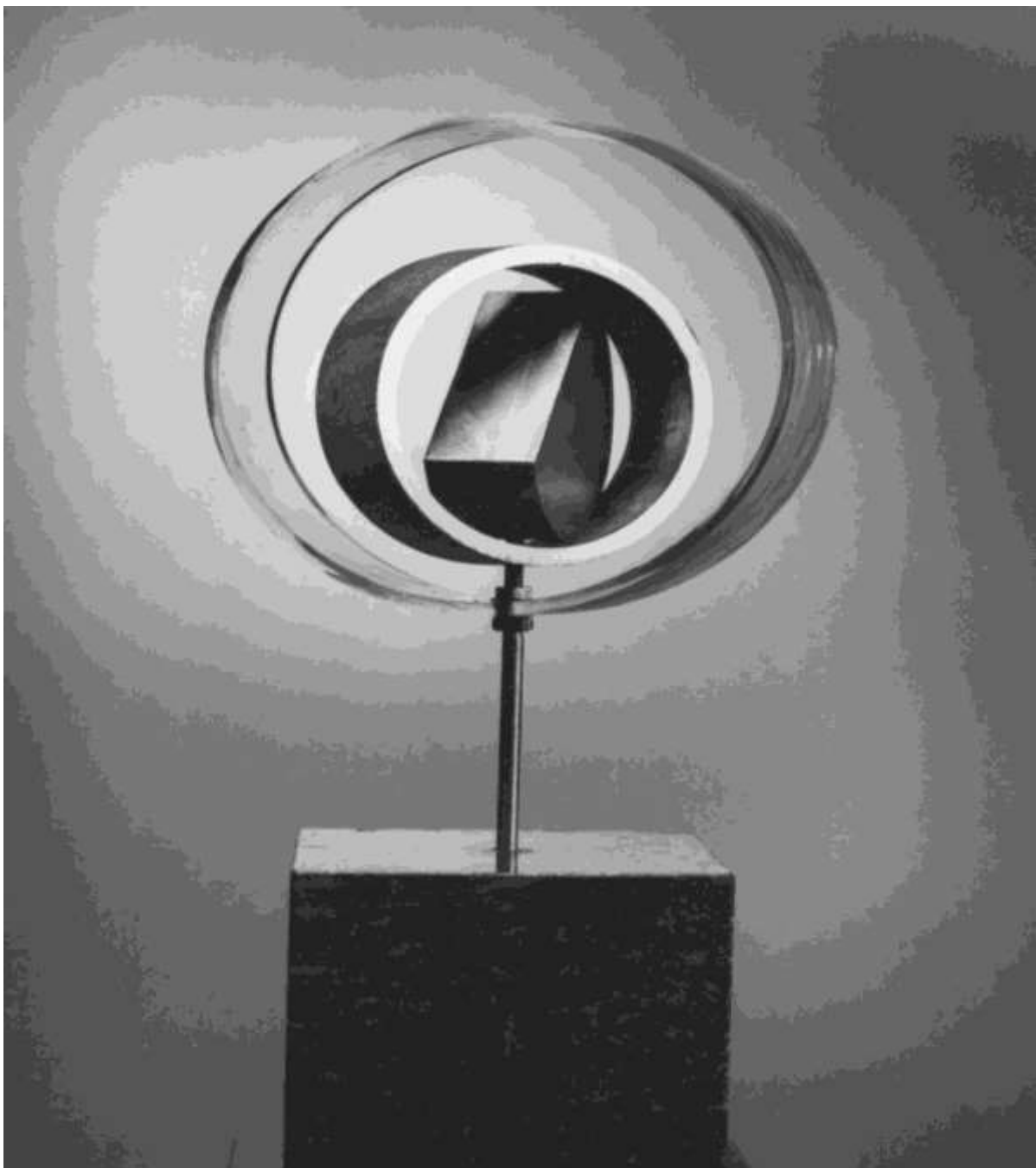
JAK VE SMÍR vznikl ????

Někdo? Něco? udělal(o) ....

VELKÝ TŘESK...

a tím ve VE SMÍRU vše začalo.

V  
E  
L  
K  
Ý



T  
Ř  
E  
S  
K

# Při studiu struktury VESMÍRU zkoumáme:

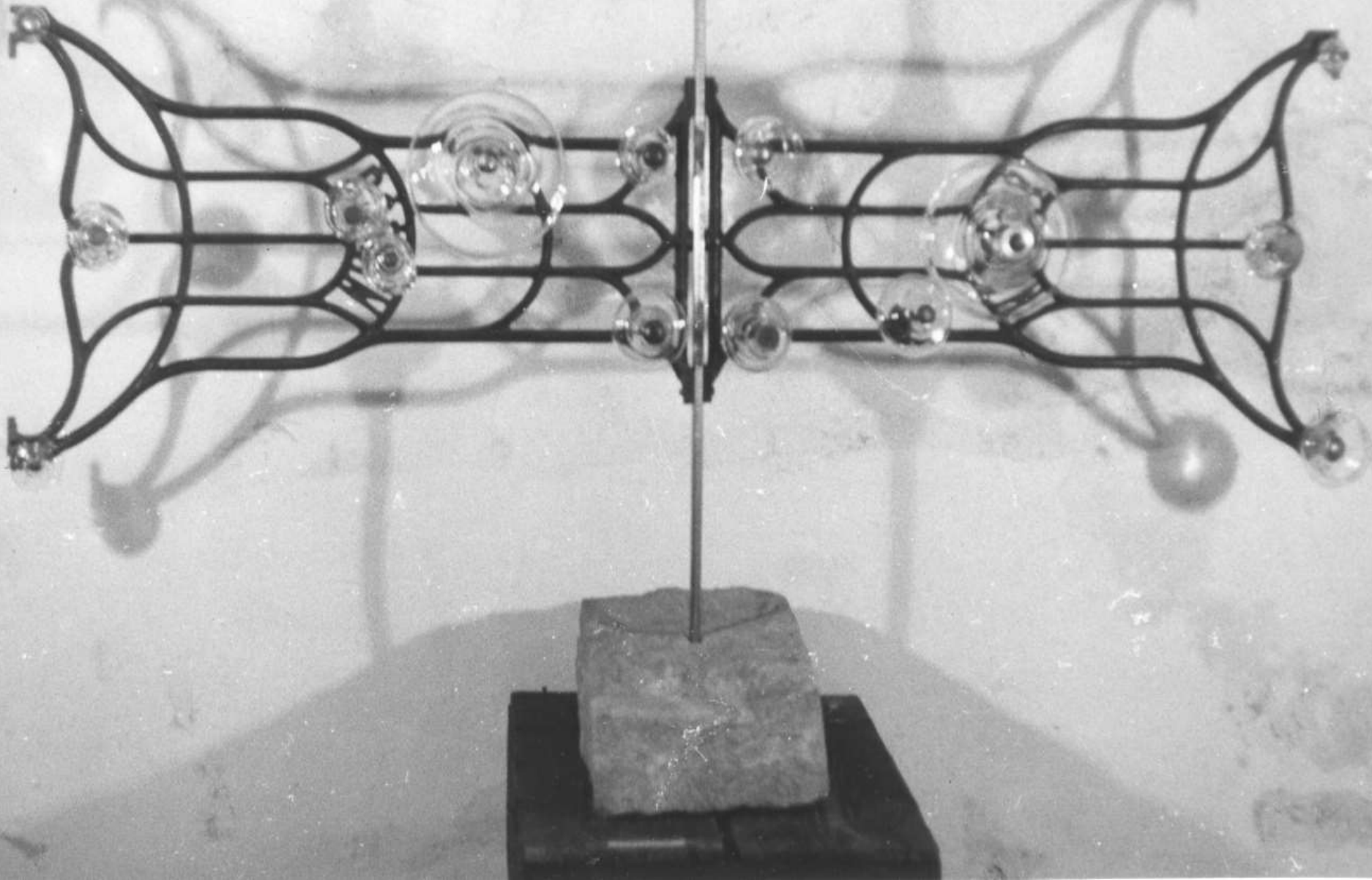
-vzdálenosti (100 000 000 Em → 1am)

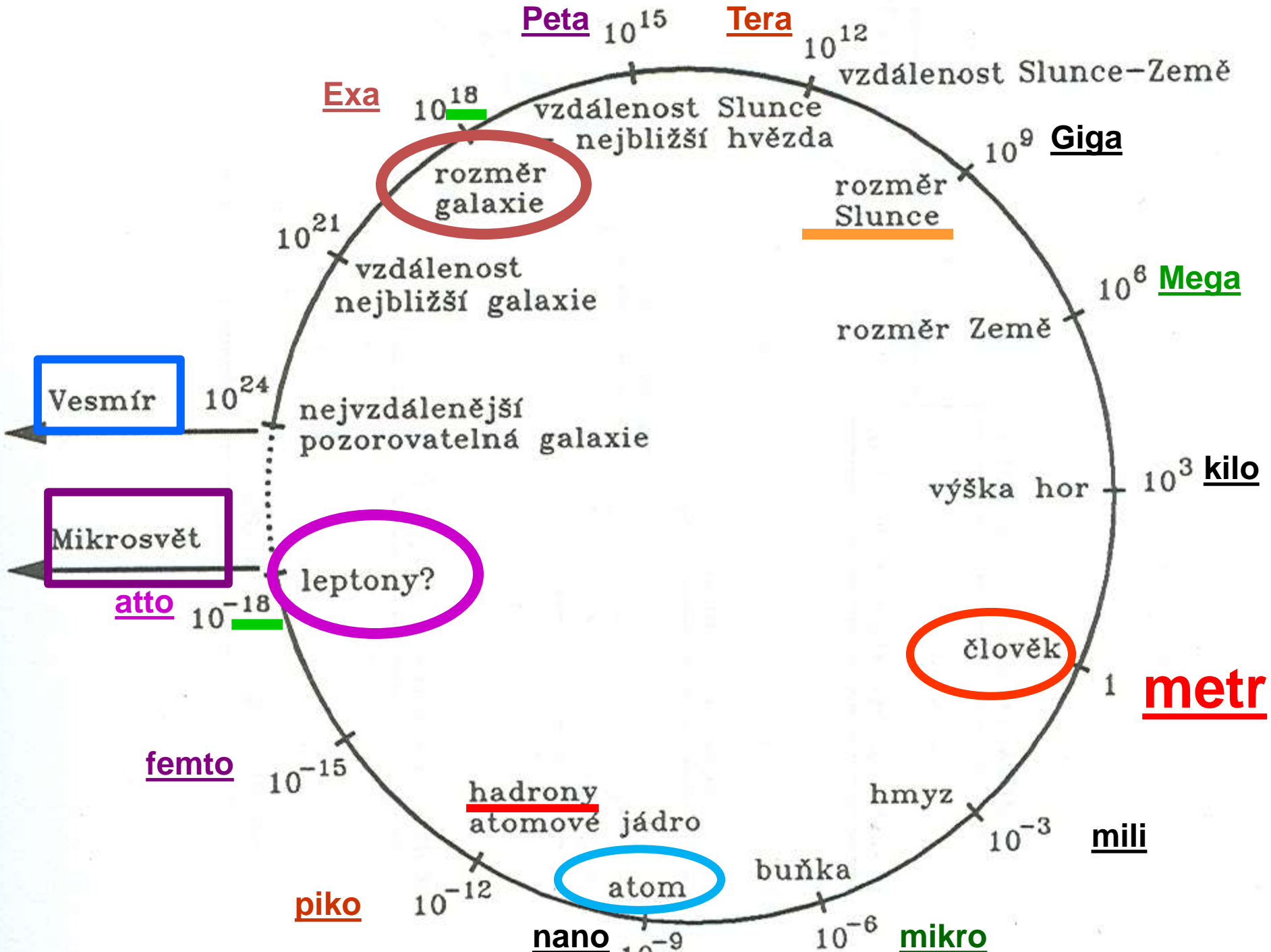
-interakce a jejich síly

-energii

-čas

# KRAJKY ZRCADLOVÝCH GALAXIÍ







V  
E  
S  
M  
Í  
R  
N  
Á



P  
A  
M  
P  
E  
L  
I  
Š  
K  
A

# Vzdálenosti:

Pozorovaný VESMÍR ~ 100 000 000 Em

- Planetární systém ~ 1 Tm

- Molekula ~ 1 nm

- Atom ~ 1 pm

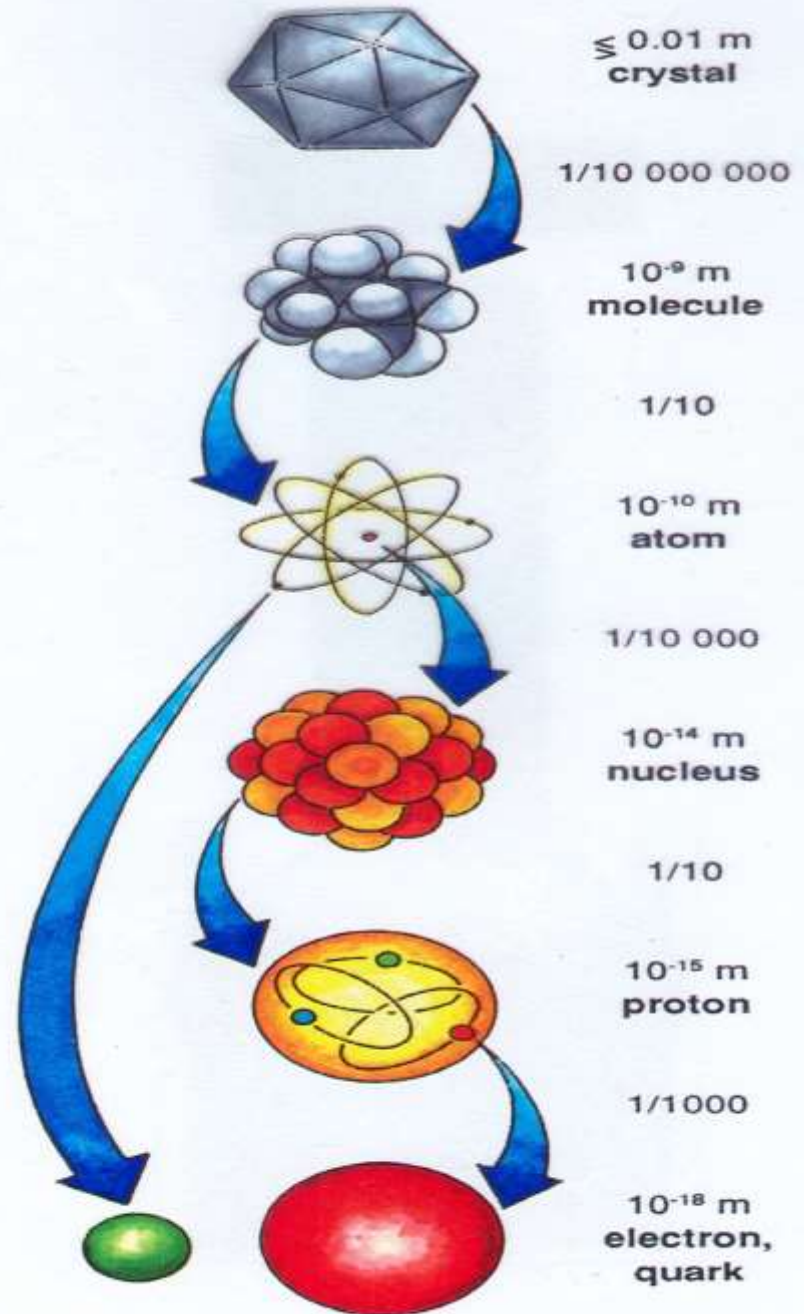
- Atomové jádro ~ 1 fm

- Kvarky a leptony < 1 am!!!

# ROZMĚRY a

# VZDÁLENOSTI

# V MIKROSVĚTĚ



# Interakce a jejich síly:

(jsou to základní síly přírody)

➔ odpovědný za veškeré dění v přírodě

typ:

relativní síla:

- |                     |           |
|---------------------|-----------|
| - Silná (jaderná)   | 1         |
| - Elektromagnetická | $10^{-2}$ |
| - Slabá (jaderná)   | $10^{-5}$ |

xx

- Gravitační	$10^{-39}$
--------------	------------

7. listopadu  
2006

# Energie:

1 eV odpovídá energii elektronu při změně elektrického napětí o 1 V =>  $1 \text{ eV} = 1.602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$   
(1 J = 1 Ws  $\sim 3 \times 10^{-7}$  kWh, 1 kcal  $\sim 4100$  J)

-kilo  $1 \text{ keV} = 1\ 000 \text{ eV}$

-Mega  $1 \text{ MeV} = 1\ 000\ 000 \text{ eV}$

-Giga  $1 \text{ GeV} = 1\ 000\ 000\ 000 \text{ eV}$

-Tera  $1 \text{ TeV} = 1\ 000\ 000\ 000\ 000 \text{ eV}$

# Čas:

Rozpad protonu  $> 10^{+32}$  let !

Stáří vesmíru  $15 \text{ Gyr} = 15 \cdot 10^{+9}$  let

Rozpad rezonancí  $10^{-25}$  sec !

# Co a jak provádíme ?

Provádíme studium nejjemnější  
struktury hmoty naší přírody

→ elementárních částic.

Ke studiu používáme urychlovače částic.

Řada experimentů používá jako dříve i

→ kosmické záření.

Studuje ho pod zemí, vodou, ledem, či na  
velkých výškách - satelity, balony aj.

# Primary Cosmic Rays



# KOSMICKÉ ZÁŘENÍ



C  
O  
S  
M  
I  
C  
  
R  
A  
Y  
S  
  
L  
A  
B  
.

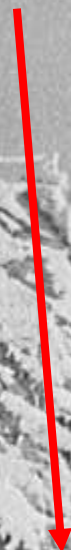


P  
R  
A  
H  
A

K  
A  
R  
L  
O  
V

# LOMNICKÝ ŠTÍT

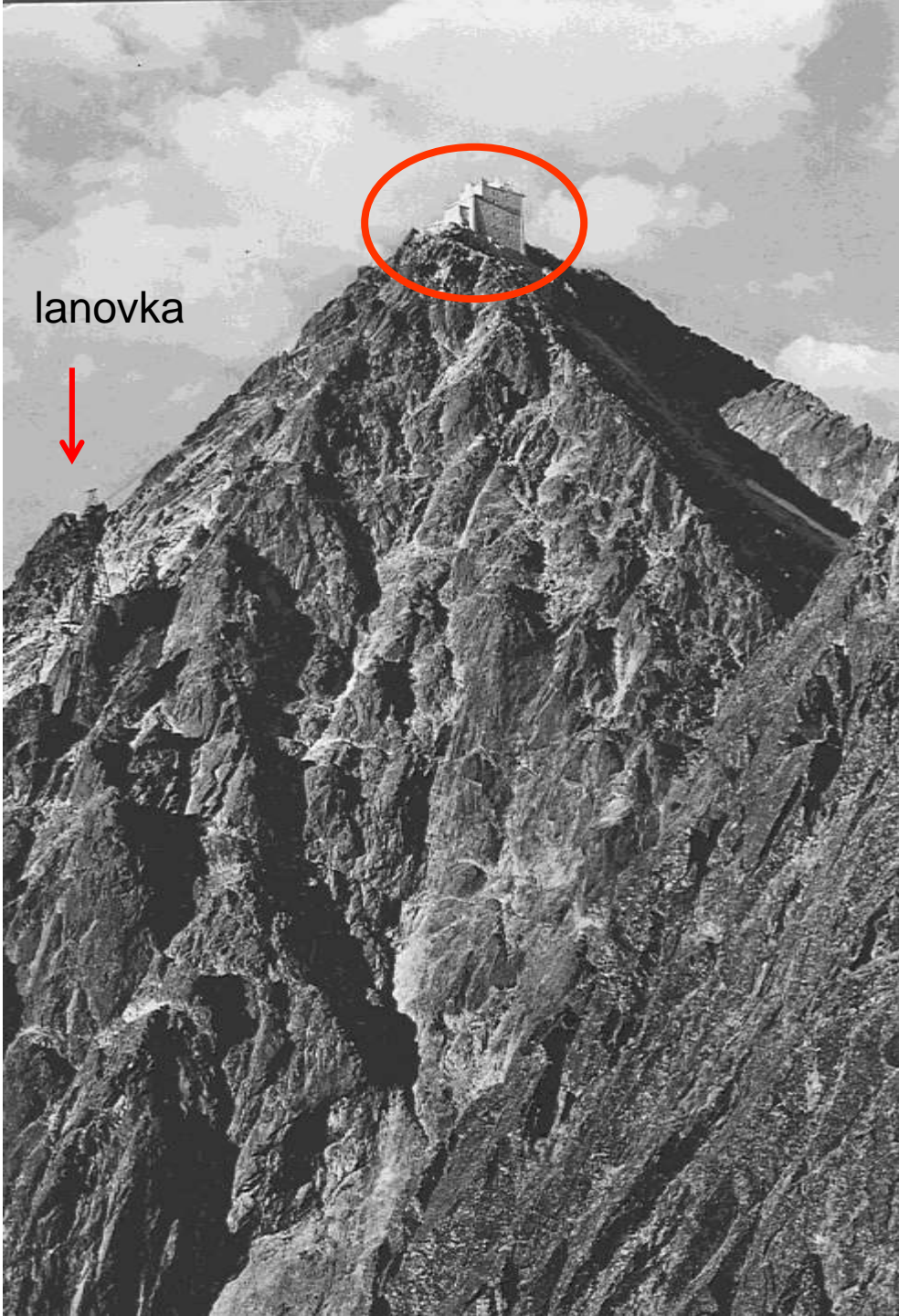
NAŠE  
OBSERVATOŘ





# SPIŠSKÝ HRAD

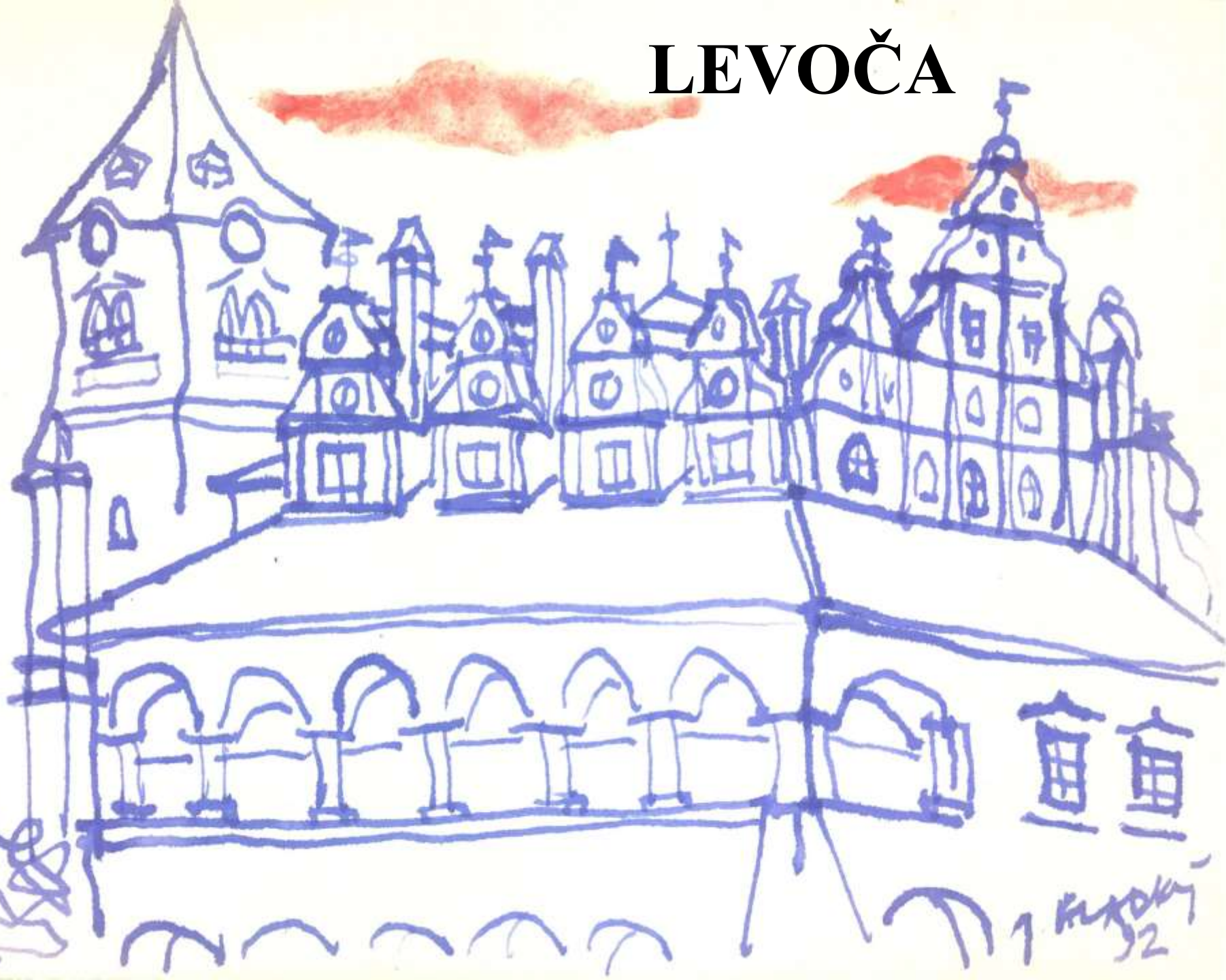
C  
O  
S  
M  
I  
C  
R  
A  
Y  
S  
L  
A  
B



L  
O  
M  
N  
I  
C  
K  
Ý  
Š  
T  
Í  
T

H  
I  
G  
H  
T  
A  
T  
R  
A  
S

# LEVOČA



1 KUKOLY  
32

# LOMNICKÝ ŠTÍT

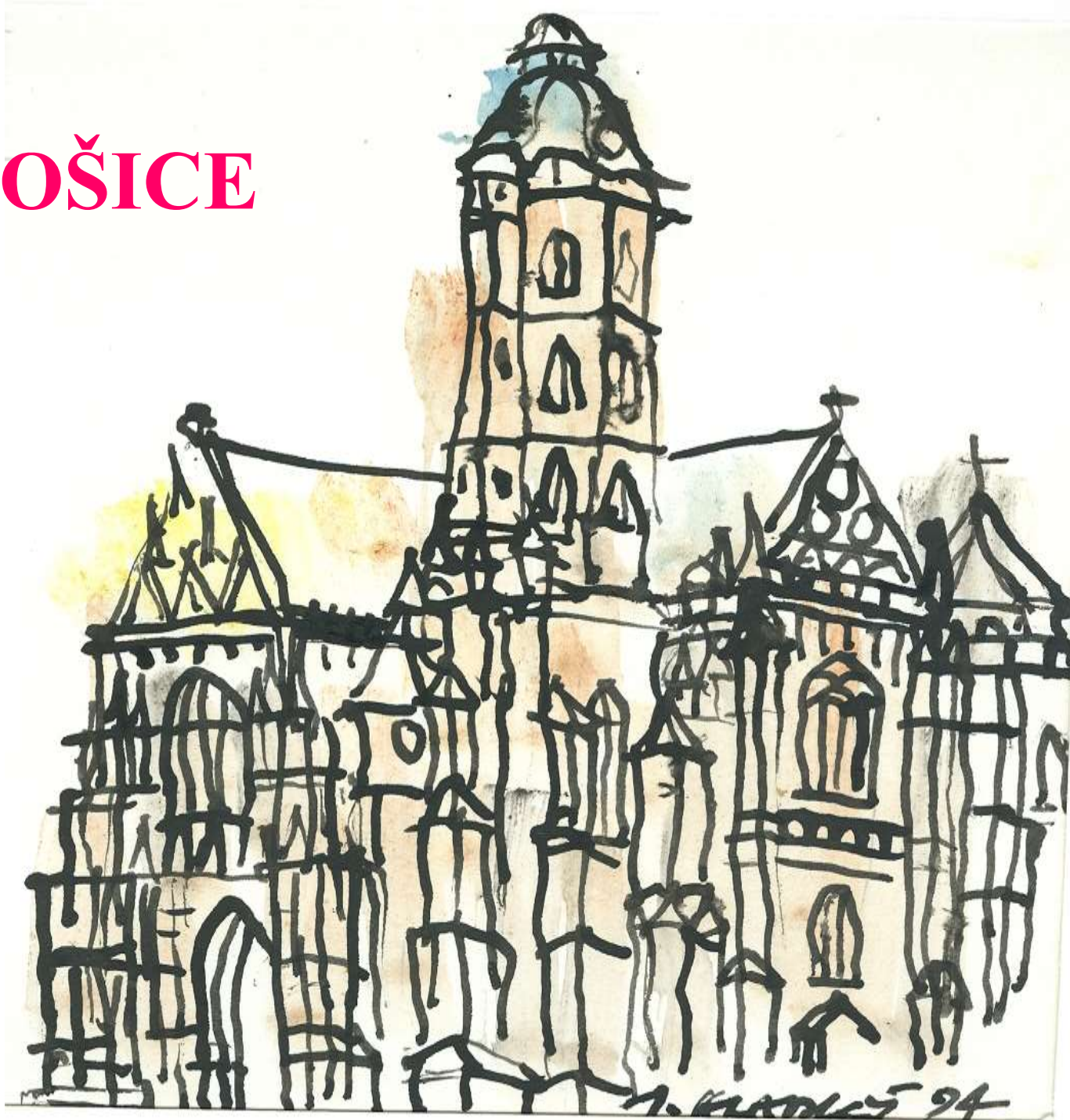
## COSMIC RAYS LABORATORY

H  
I  
G  
H  
T  
A  
T  
R  
A  
S

NAŠA  
IZBA



**KOŠICE**



# KRAKÓW





# PRAHA



VÁNOCE 1981

J. HLAVNÍ

# AMANDA

## Antarktida

### Detektory v ledu:

sada skleněných koulí s  
detektorem Čerenkovova  
záření →

koule visí na laněch



*Wissenschaftler des AMANDA-Projekts  
im Präparieren einer Glaskugel*



*Glaskugel mit Lichtsen*

# ICE-CUBE

## výzkum neutrina

# BERLIN



# AUGER - kosmické záření

## Argentina

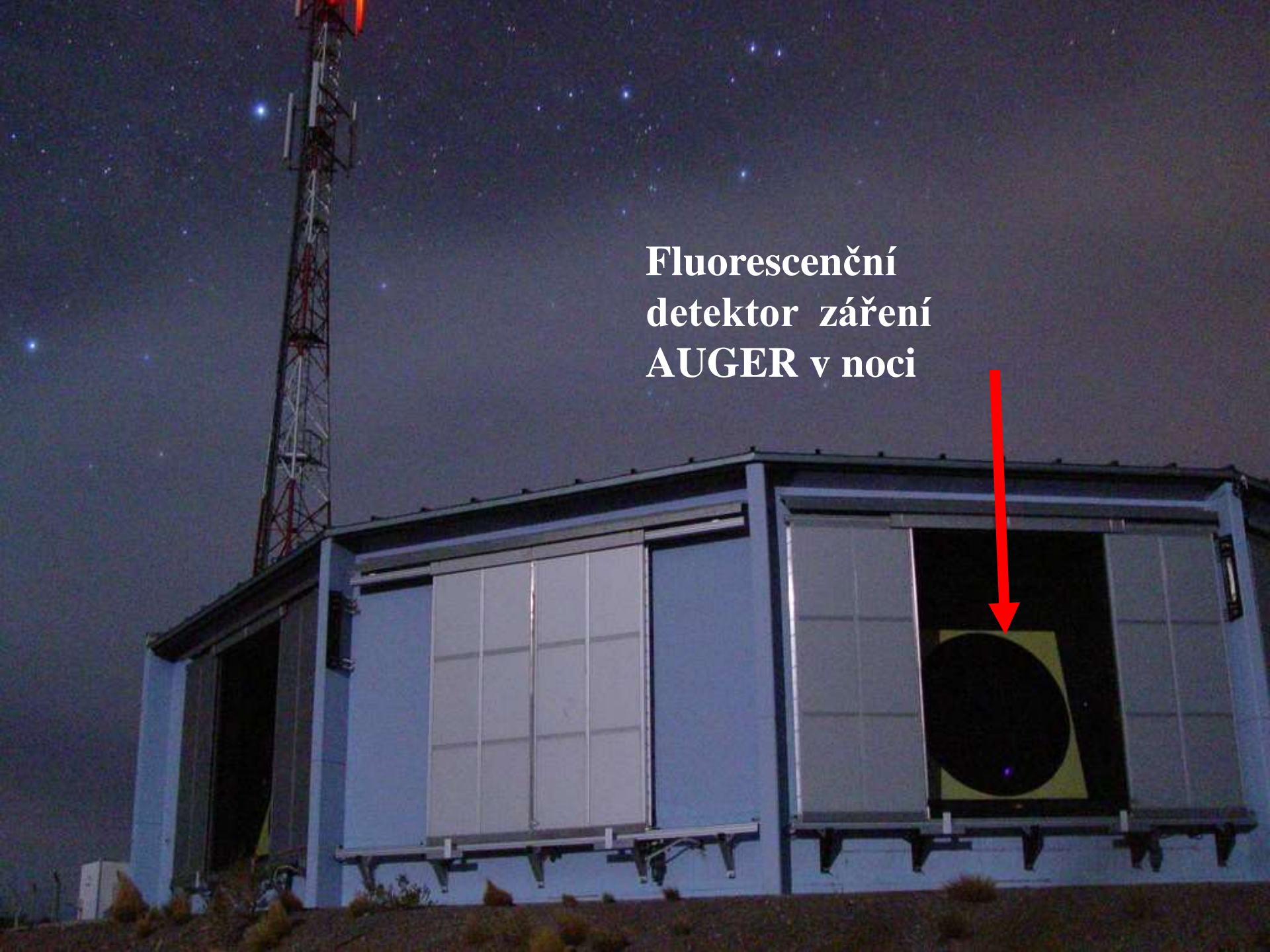
Plocha 3000 km<sup>2</sup>

A wide landscape view of a grassy plain with a river and snow-capped mountains in the background. The foreground is a green and brown grassy field with a small white structure. A river flows through the middle ground. In the background, there are large, rugged mountains with significant snow cover under a clear blue sky.

AUGER – detektor nabitých částic  
pomocí Čerenkovova záření - tank s vodou



**Fluorescenční  
detektor záření  
AUGER v noci**



# Jak studium částic provádíme?

Částice urychlíme v urychlovači  
a necháme je srazit - buď  
- s pevným terčem, nebo  
- vzájemně (ve srážeci-collideru).

Ve srážkách vzniklé částice chytáme  
v detektorech částic.

# URYCHLOVAČE

## ČÁSTIC:

Lineární

a

Kruhové

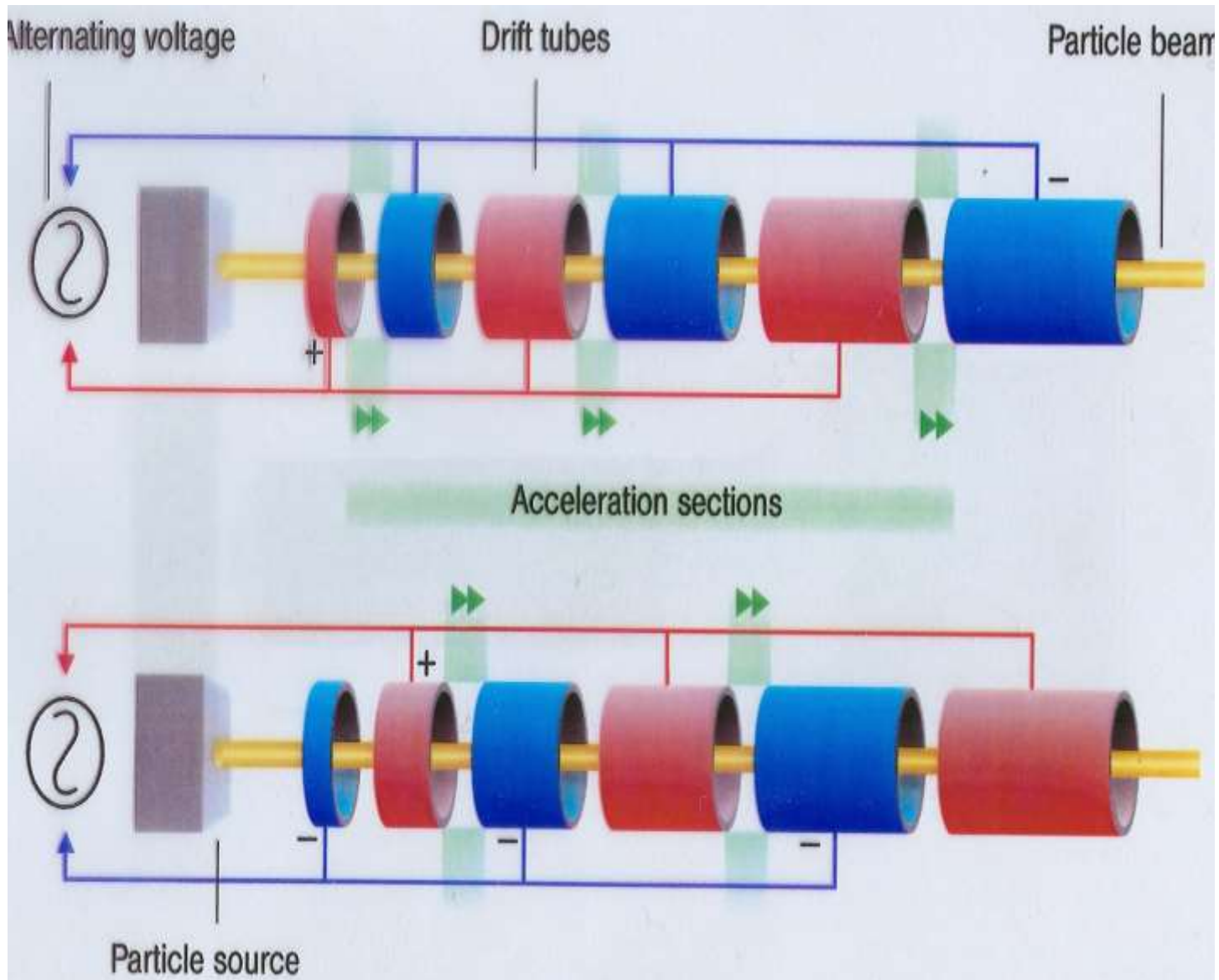


- pevný terč

- vstřícné svazky

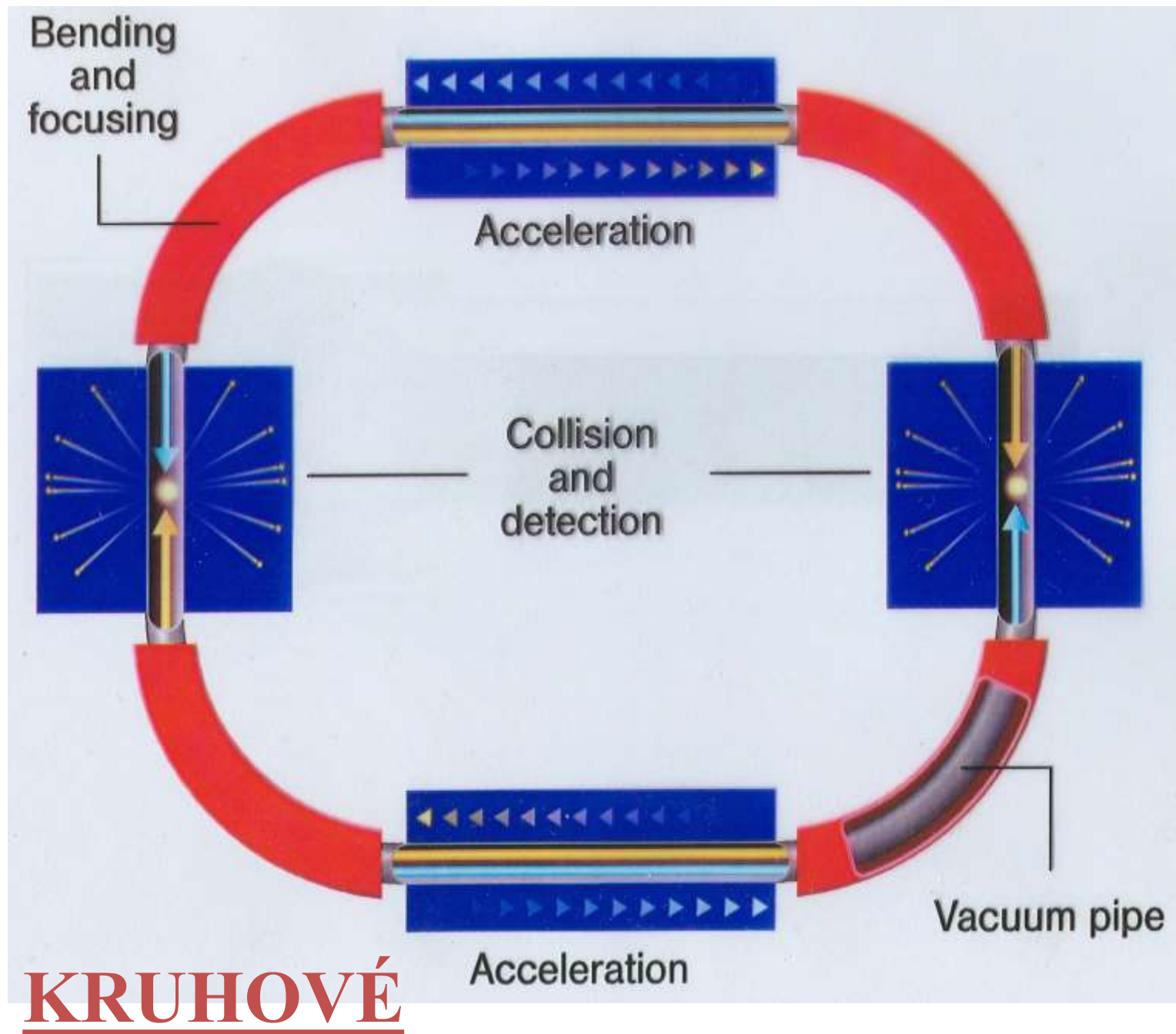
(srážec - collider)



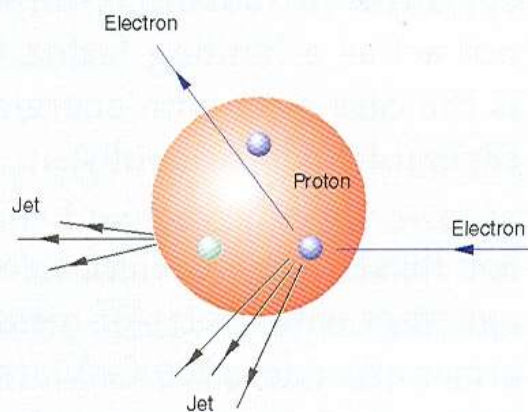


# PRINCIP URYCHLOVÁNÍ - lineární

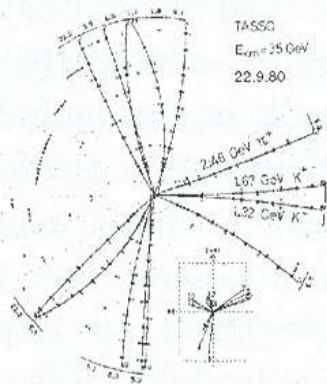
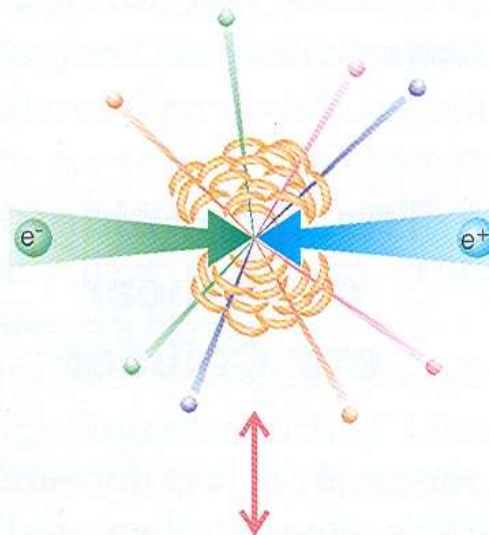
P  
R  
I  
N  
C  
I  
P  
  
U  
R  
Y  
C  
H  
L  
O  
V  
Á  
N  
Í



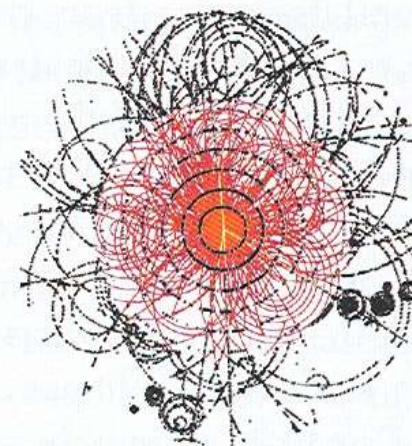
Electron - Proton



Electron - Positron



Proton - Proton



# TYPY SRÁŽEK v URYCHLOVAČÍCH ČÁSTIC

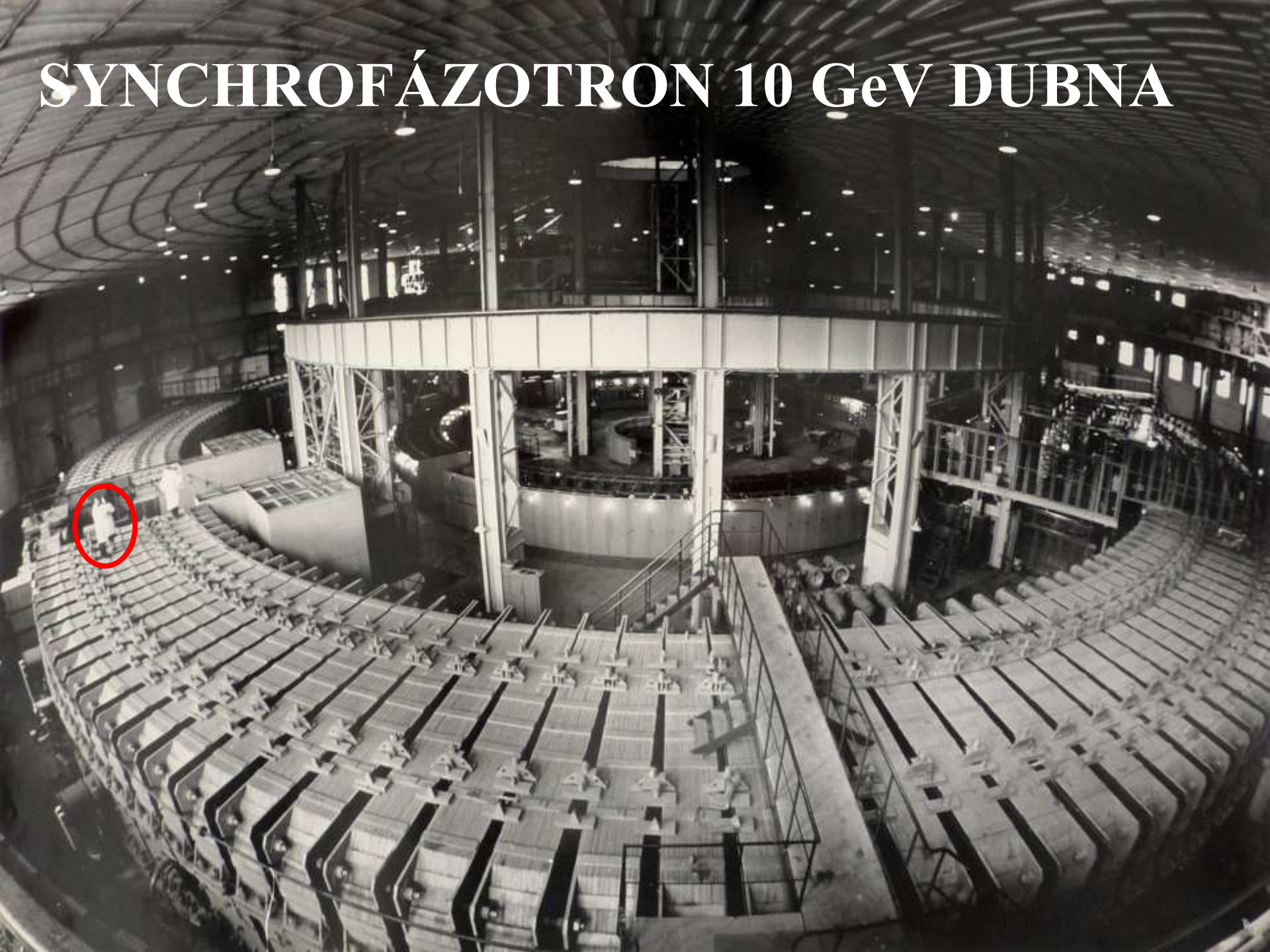
# Velká urychlovací zařízení:

	- Collider <u>kruhový</u>	Energie	Srážky
<b>CERN, Ženeva</b>	-	<b>7x7 Tev</b>	<b>p - p</b> <b>jádro - jádro</b> <b>p - jádro</b>
<b>/DESY, Hamburg</b>	-	<b>29x920p GeV</b>	<b>e<sup>±</sup> - p</b> /
<b>/Lab. E.Fermi, Batavia</b>	-	<b>1x1 TeV</b>	<b>p<sup>-</sup> - p</b> /
<b>BNL, Upton</b>	-		<b>jádro-jádro</b>
<b>KEK, Tsukuba</b>	-	<b>7e<sup>-</sup>x4e<sup>+</sup> GeV</b>	<b>e<sup>-</sup> - e<sup>+</sup></b>
	- Collider <u>lineární</u>		
<b>SLAC, Palo Alto</b>	-	<b>9e<sup>-</sup>x3e<sup>+</sup> GeV</b>	<b>e<sup>-</sup> - e<sup>+</sup></b>



**CAR URYCHLOVAČ SÚJV DUBNA**

# SYNCHROFÁZOTRON 10 GeV DUBNA



# HAMBURG



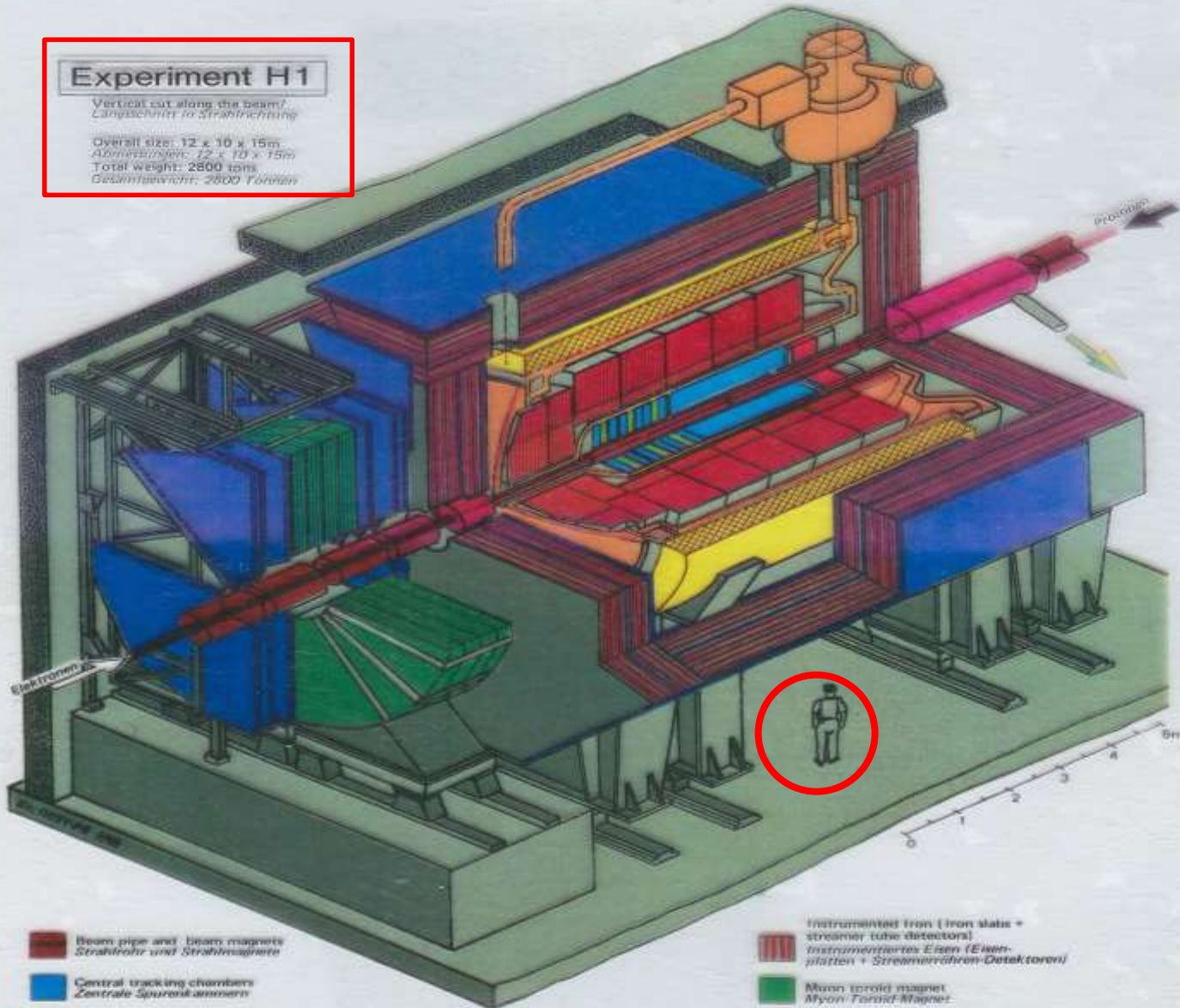
98 T. HARTNEY

D  
E  
S  
Y

**Experiment H1**

Vertical cut along the beam/  
Längsschnitt in Strahlrichtung

Overall size: 12 x 10 x 15m  
Abmessungen: 12 x 10 x 15m  
Total weight: 2800 tons  
Gesamtgewicht: 2800 Tonnen



Beam pipe and beam magnets  
Strahlrohr und Strahlmagnete

Central tracking chambers  
Zentrale Spurenkammern

Forward tracking chambers  
and transition radiators  
Vorwärtskammern und  
Übergangsstrahlungsmodul

Electromagnetic Calorimeter (lead)  
Elektronenmagnetisches Kalorimeter (Blei)

Hadronic Calorimeter (stainless steel)  
Hadronisches Kalorimeter (Edelstahl)

Superconducting coil (1,2 Tesla)  
Supraleitende Spule (1,2 Tesla)

Compensating magnet  
Kompensationsmagnet

Helium cryogenics  
Helium Kälteanlage

Muon chambers  
Myonkammern

Instrumental iron (iron slabs +  
streamer tube detectors)  
Instrumentiertes Eisen (Eisen-  
platten + Streamerrohren-Detektoren)

Muon toroid magnet  
Myon-Toroid-Magnet

Warm electromagnetic calorimeter  
Warmes elektronenmagnetisches  
Kalorimeter

Plug calorimeter (Cu, Si)  
Vorwärts-Kalorimeter

Concrete shielding  
Betonabdeckung

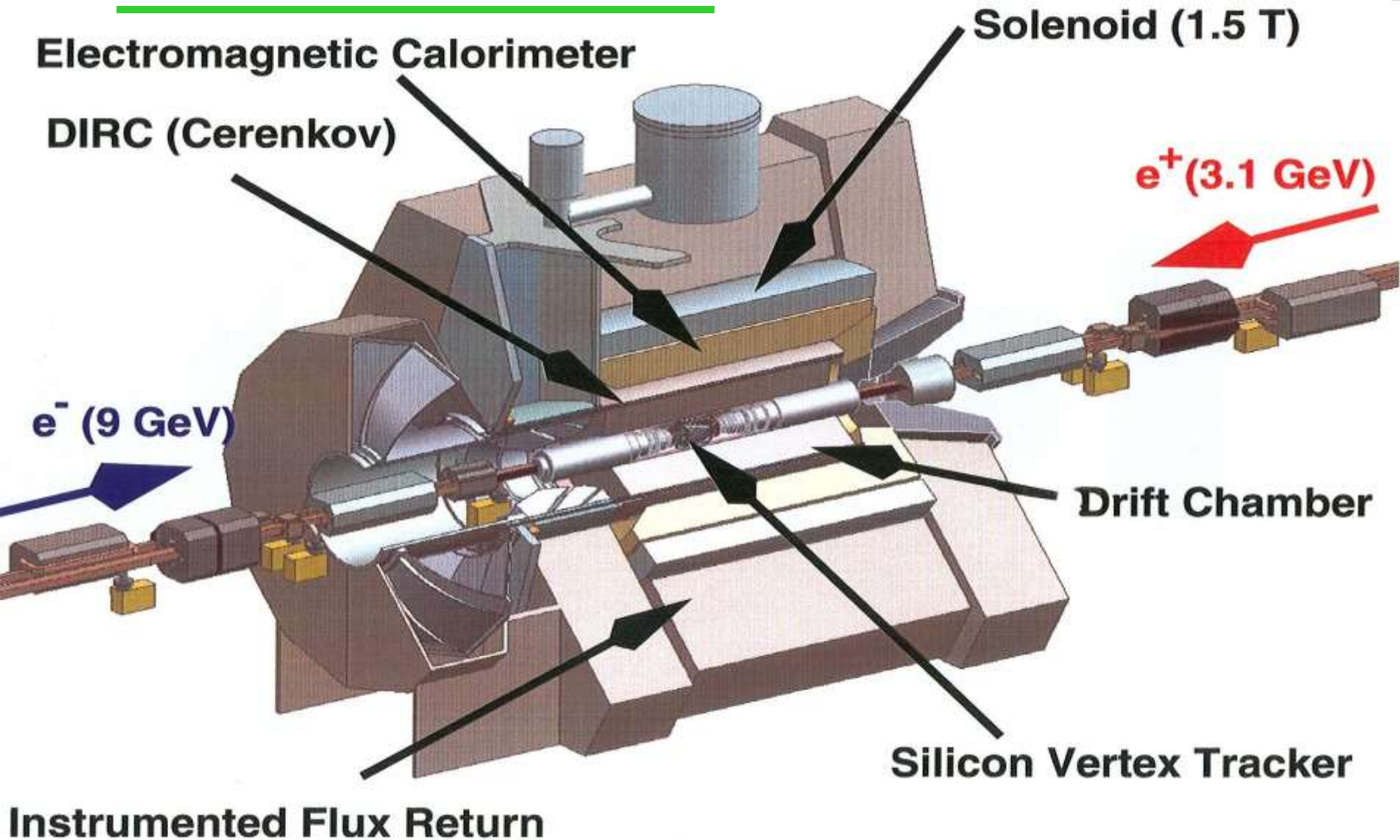
Liquid Argon cryostat  
Flüssig Argon Kryostat

H  
A  
M  
B  
U  
R  
G



# Example: The BaBar Experiment

## SLAC - Kalifornie





ATLAS  
FRANCE

ATLAS

ALICE

CMS

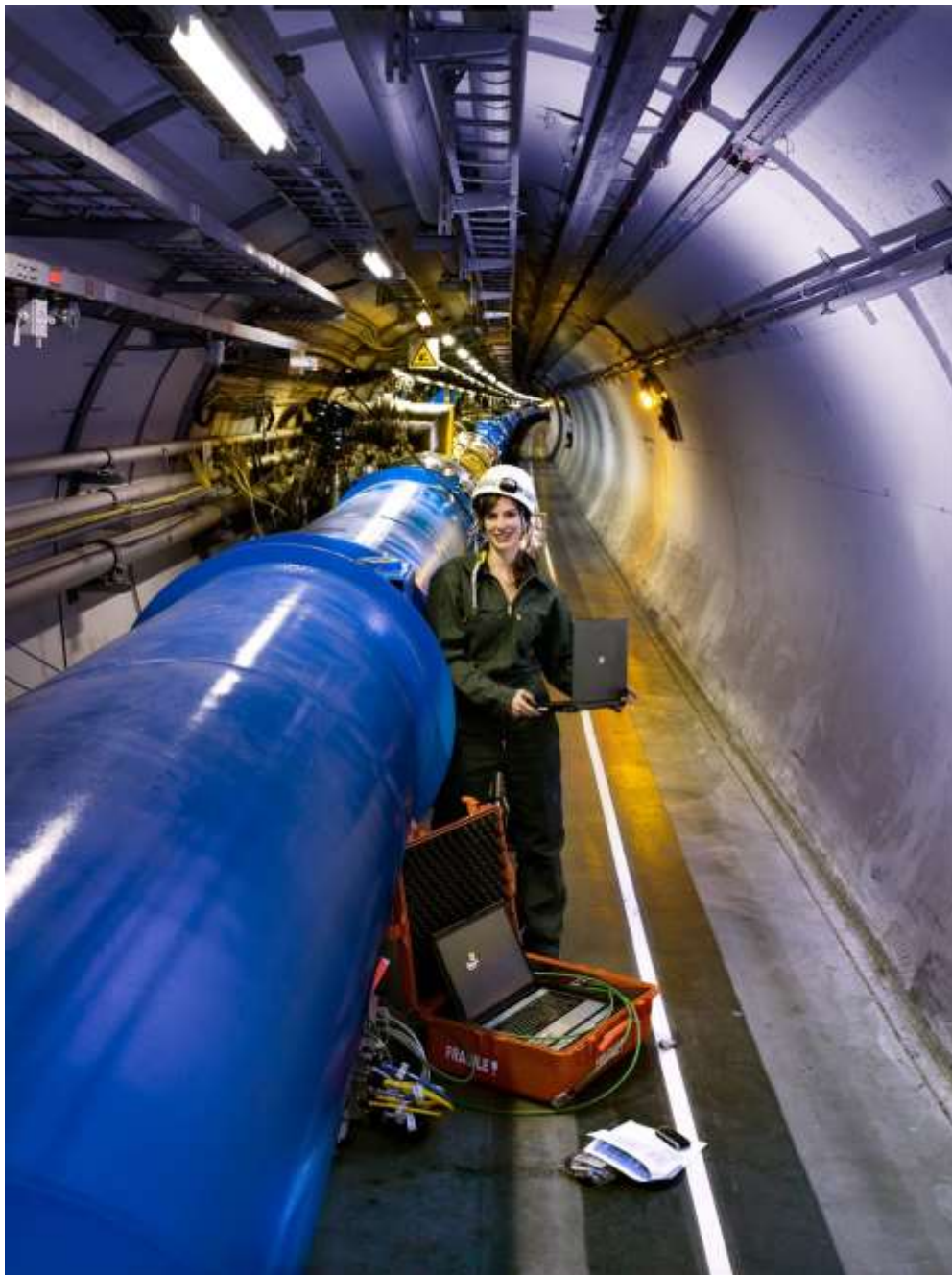
LHCb

CERN

CERN

LHC 27km

# LHC - CERN



**LHC** má v tunelu 1746  
supravodivých magnetů  
při teplotě - 271<sup>o</sup> C,

z nich je 1232 dipólových,  
(délky 15 m, váhy 34 tun)

# BASILEJ



J. HADLEY  
27. 8. 10.

**BERN**  
**- Dóm**



# BRATISLAVA



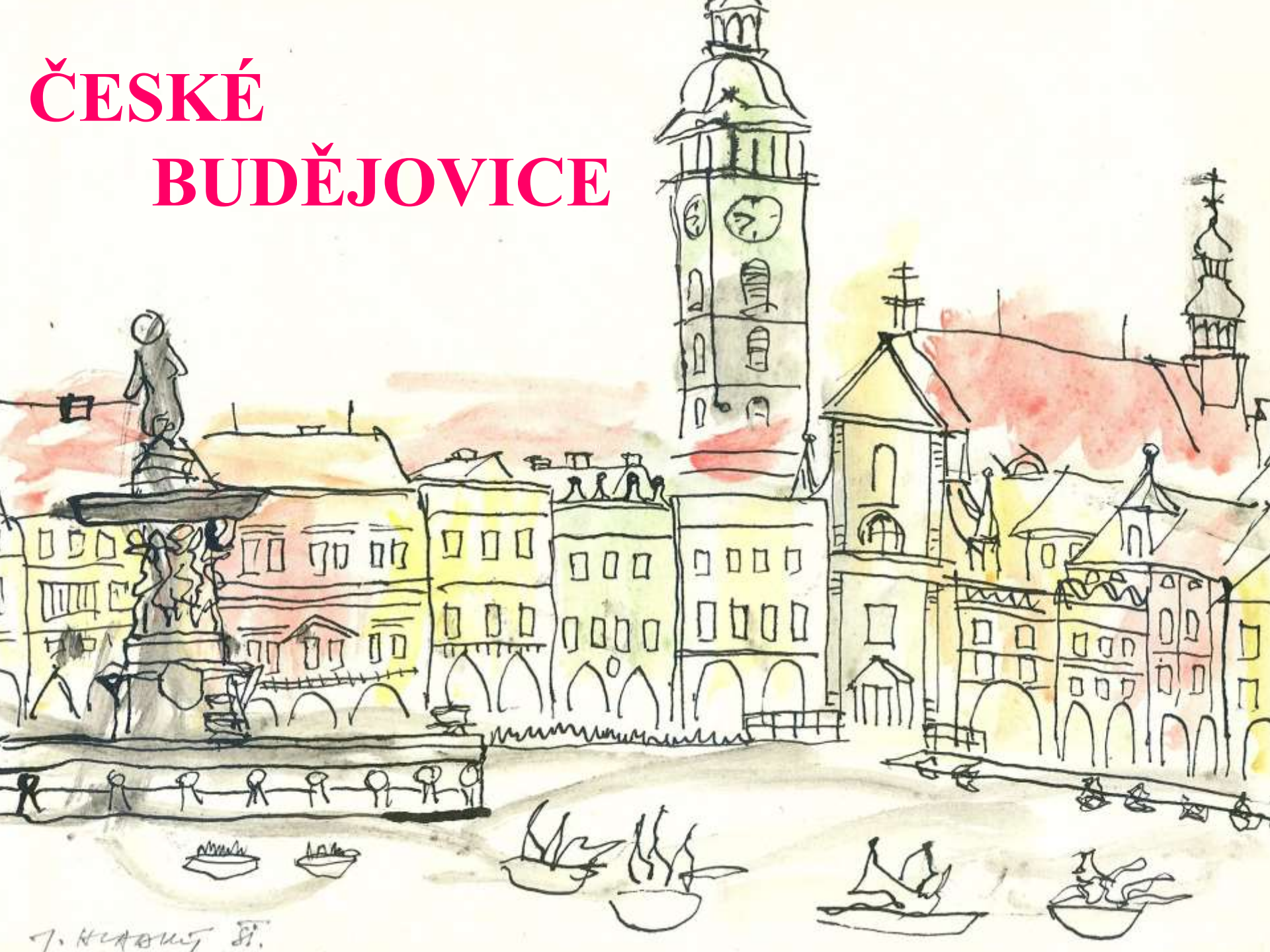
U DOBRÉHO PASTIERA U ŽIDOVNĚ

J. V. KADOUČEK  
1981

# BRUSEL



# ČESKÉ BUDĚJOVICE





# JERUZALÉM



J. Husák  
94



LONDÝN

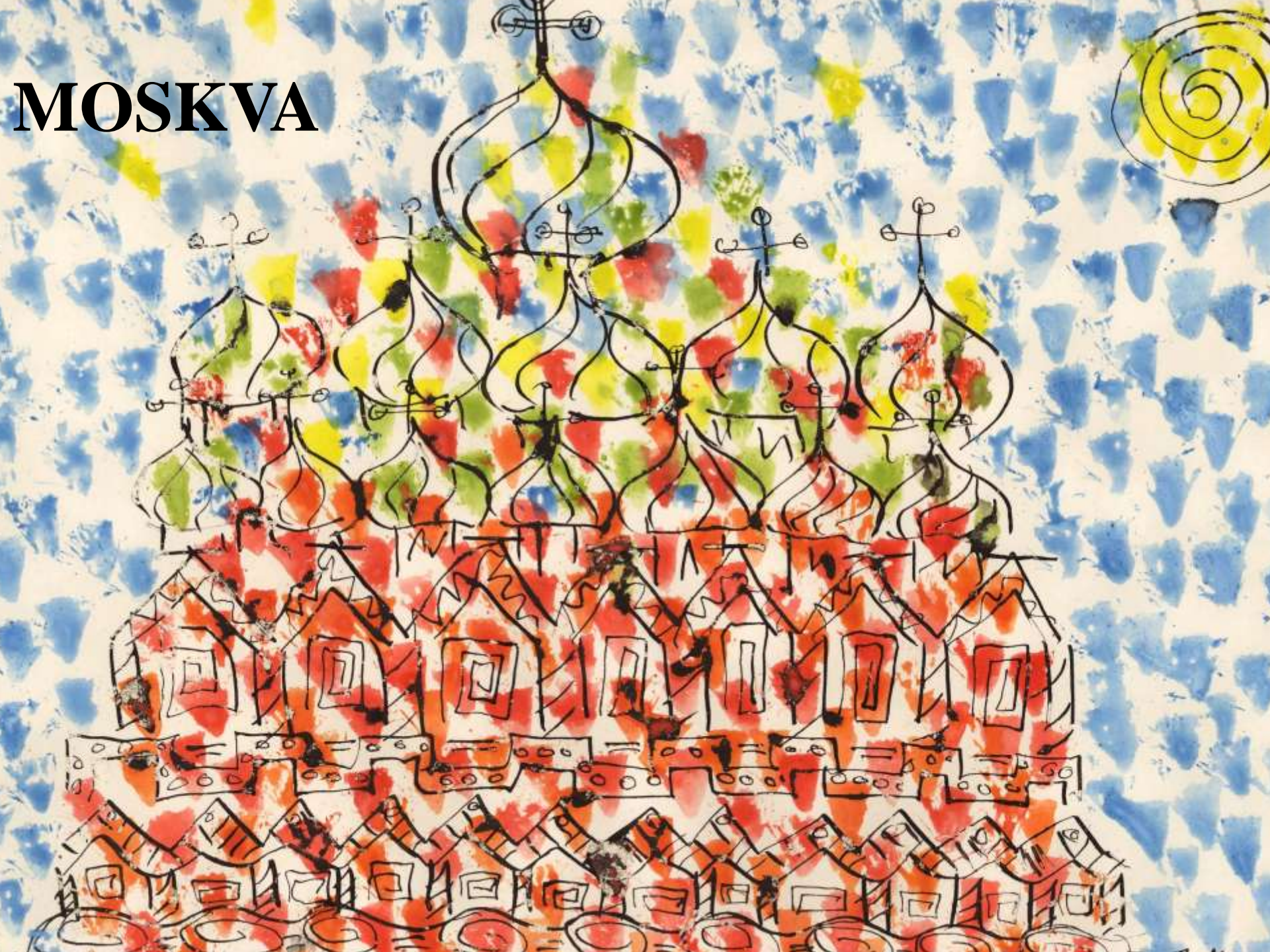
7. Hlavol  
94



# MARSEILLE



**MOSKVA**





PAŘÍŽ



# PRAHA



J. H. H. 95



ŘÍM



# SAN FRANCISCO



J. H. H. H. H.  
92

# TOKYO

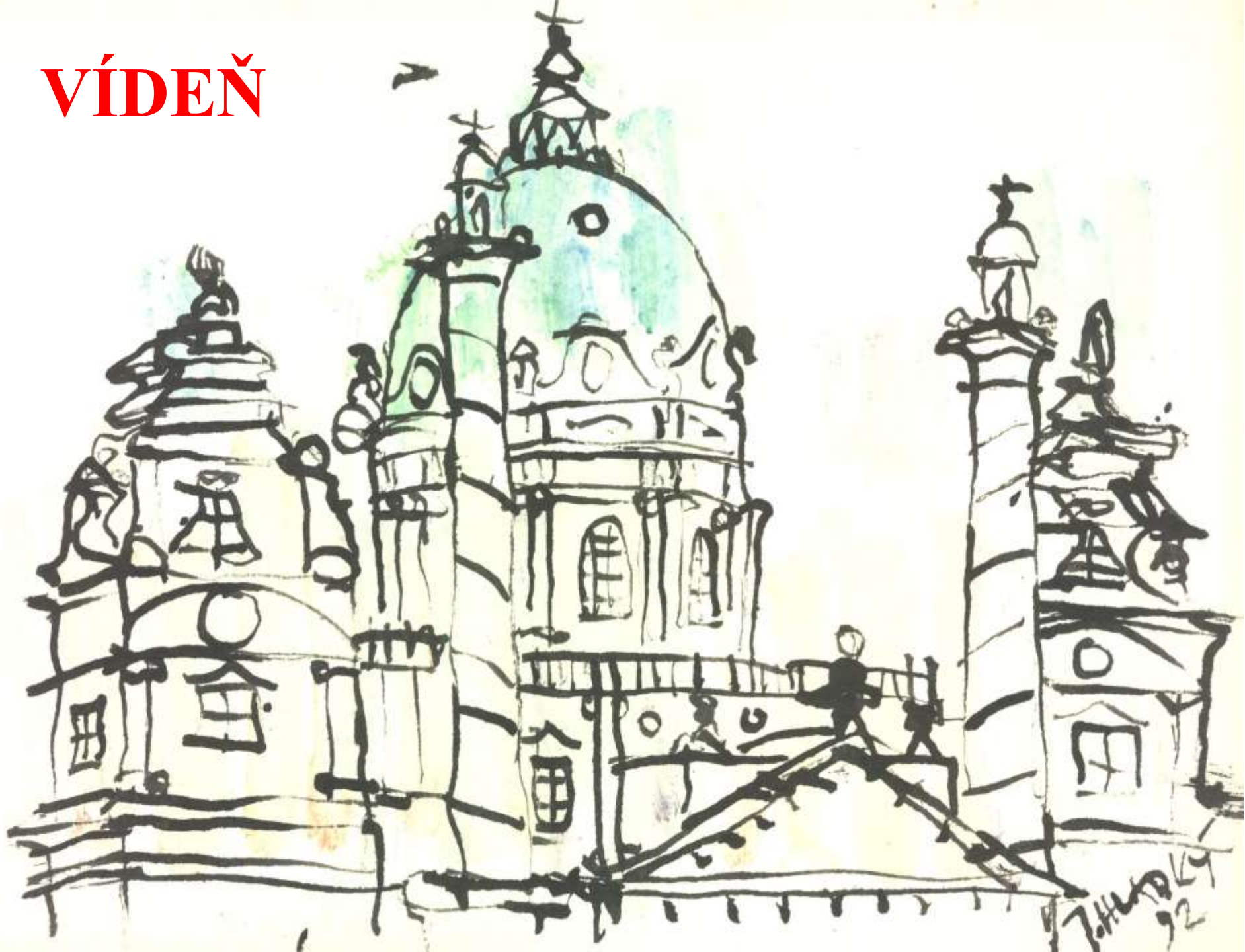


# VARŠAVA



J. H. H. H. H.  
96

# VÍDEŇ



**ŽENEVA**





# Detektory částic:

Měří ionizační a excitační efekty částic v plynech, kapalinách neb pevné fázi.



-vrcholové detektory

-dráhové detektory

-kalorimetry - elektromagnetické

- hadronové

-mionové detektory

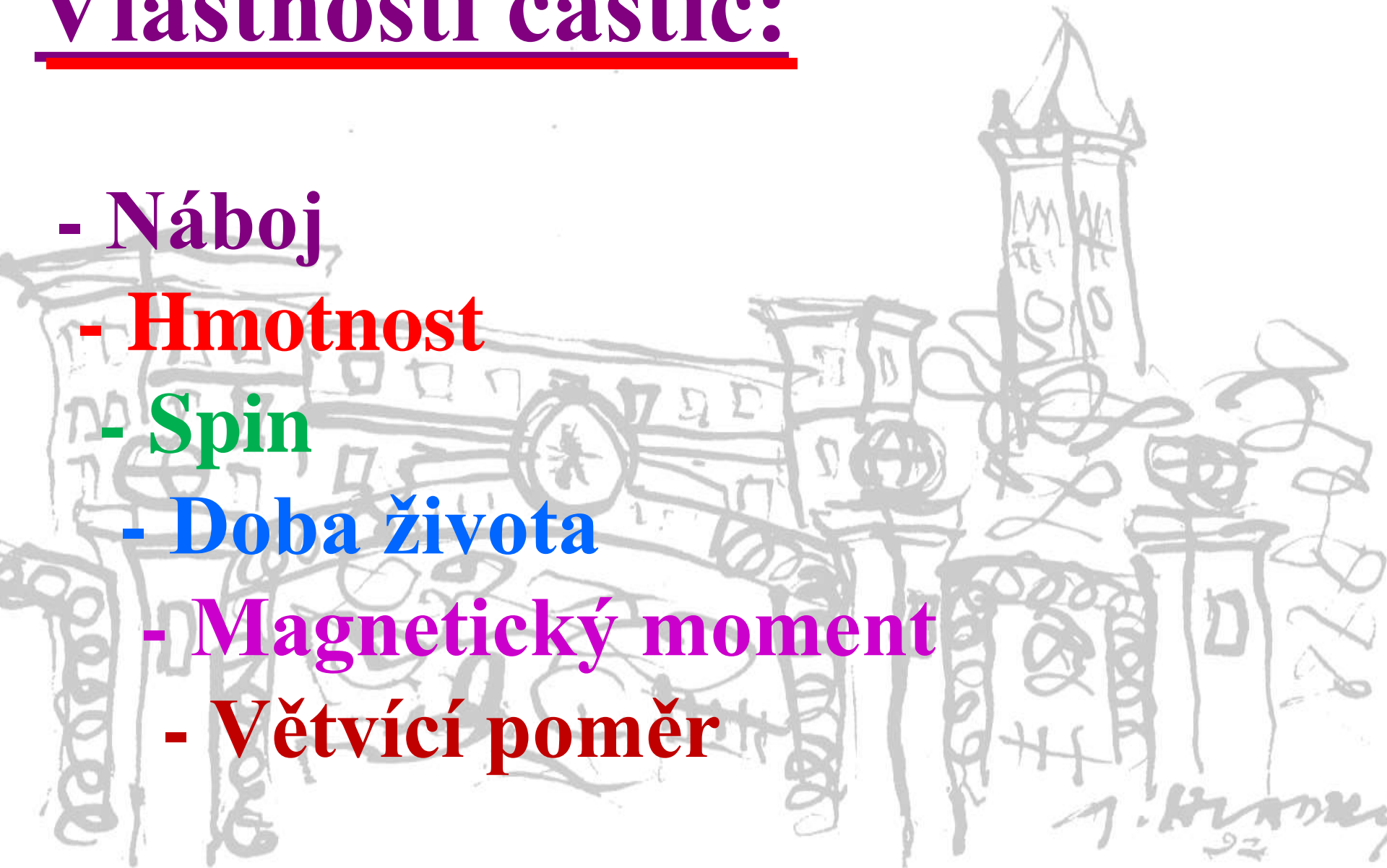
-speciální detektory

J. HEADLEY  
96



# Vlastnosti částic:

- Náboj
- Hmotnost
- Spin
- Doba života
- Magnetický moment
- Větvící poměr



# Požadovaná měření v detektoru:

- **Dráha** částic

- **Impulsní analýza a energie** částic

- Detekce **neutrálních** částic

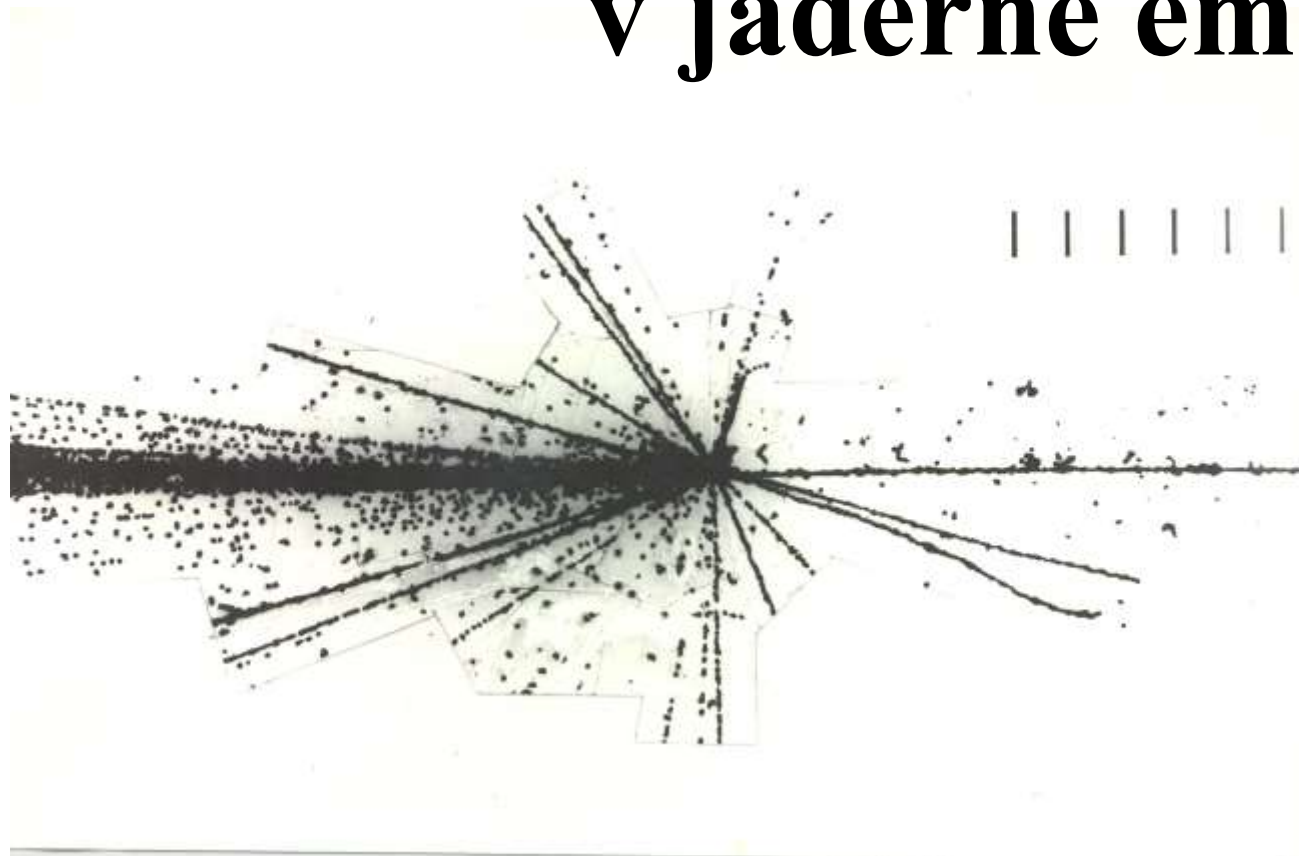
- **Identifikace** částic

+++++

- **Spouštění detektoru**

- **Sběr naměřených údajů (počítači)**

# Sprška kosmického záření v jaderné emulzi





decay  $\pi^- \rightarrow \mu^- + \nu$   
 $L = e^+ + \nu + \bar{\nu}$

conversion  $\gamma \rightarrow e^+ e^-$   
(from  $\pi^- \rightarrow \gamma + \gamma$ )

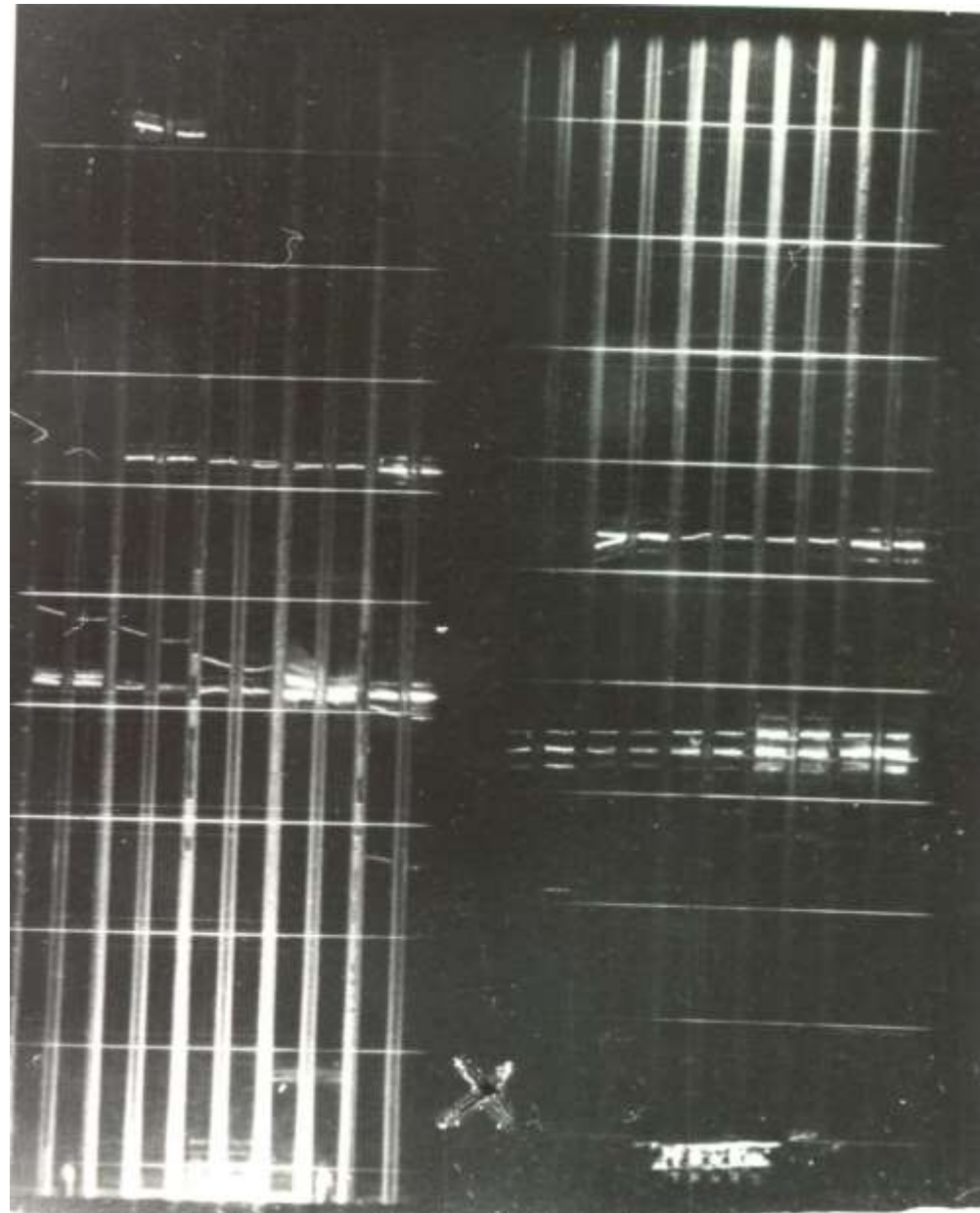
elastic scattering  
 $\pi^- p \rightarrow \pi^+ p$

$p p \rightarrow 6 \pi^+ + 6 \pi^- + \pi^0 \dots$

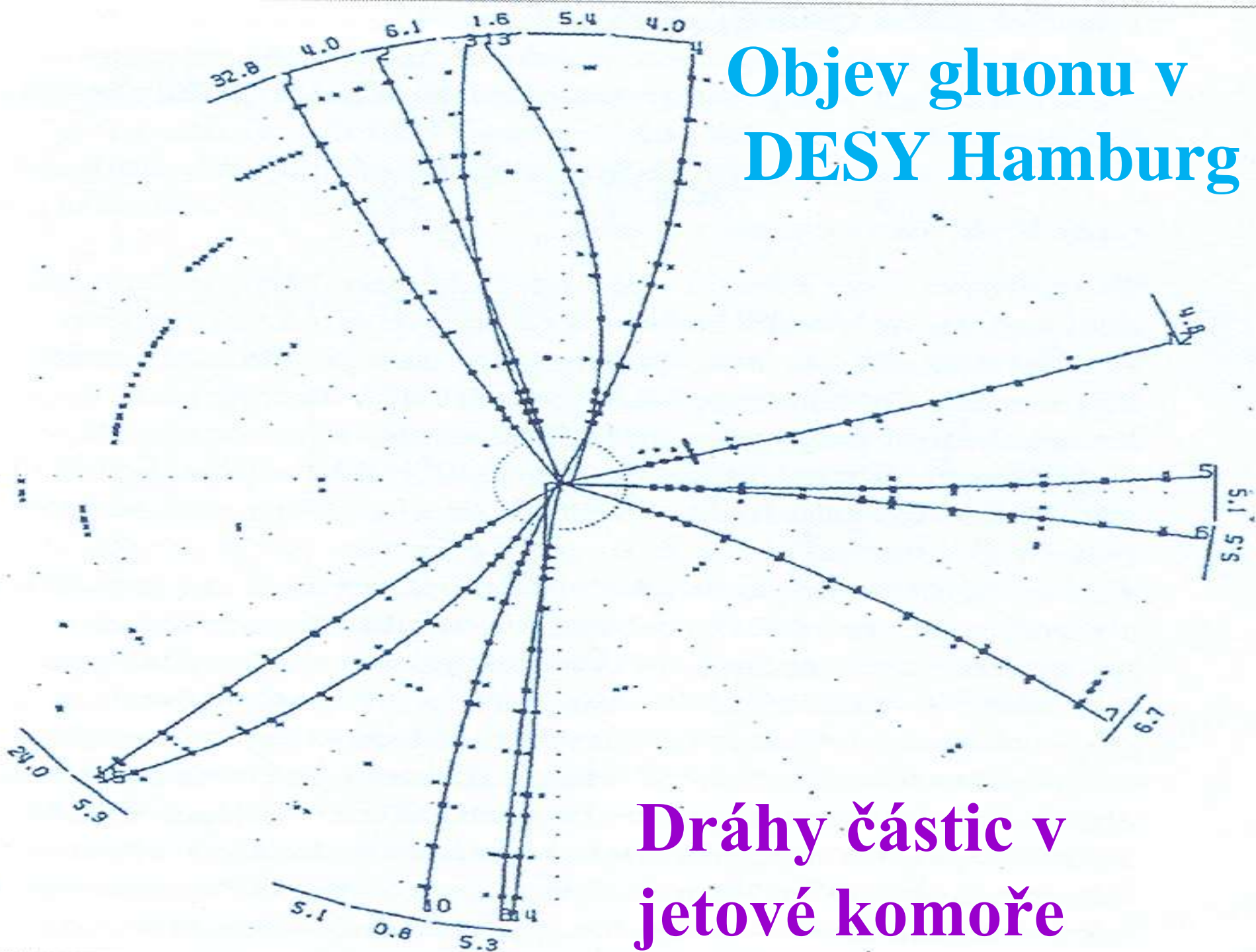
$p \ 22.4 \text{ GeV}/c$

# Dráhy částic ve vodíkové bublinové komoře

# Jiskrová komora

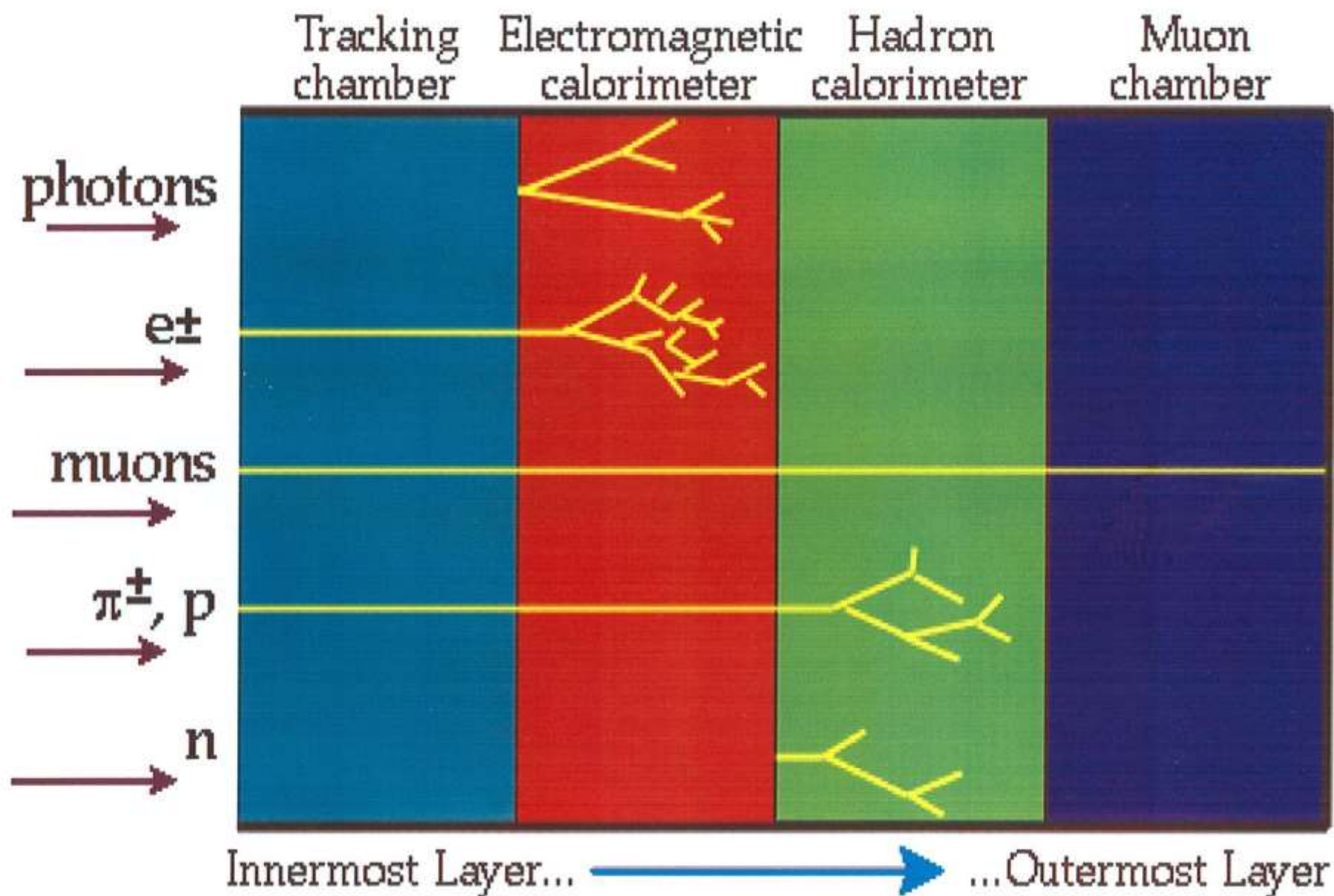


# Objev gluonu v DESY Hamburg




Dráhy částic v  
jetové komoře

# Basic Detector Components: Tracking and Calorimetry



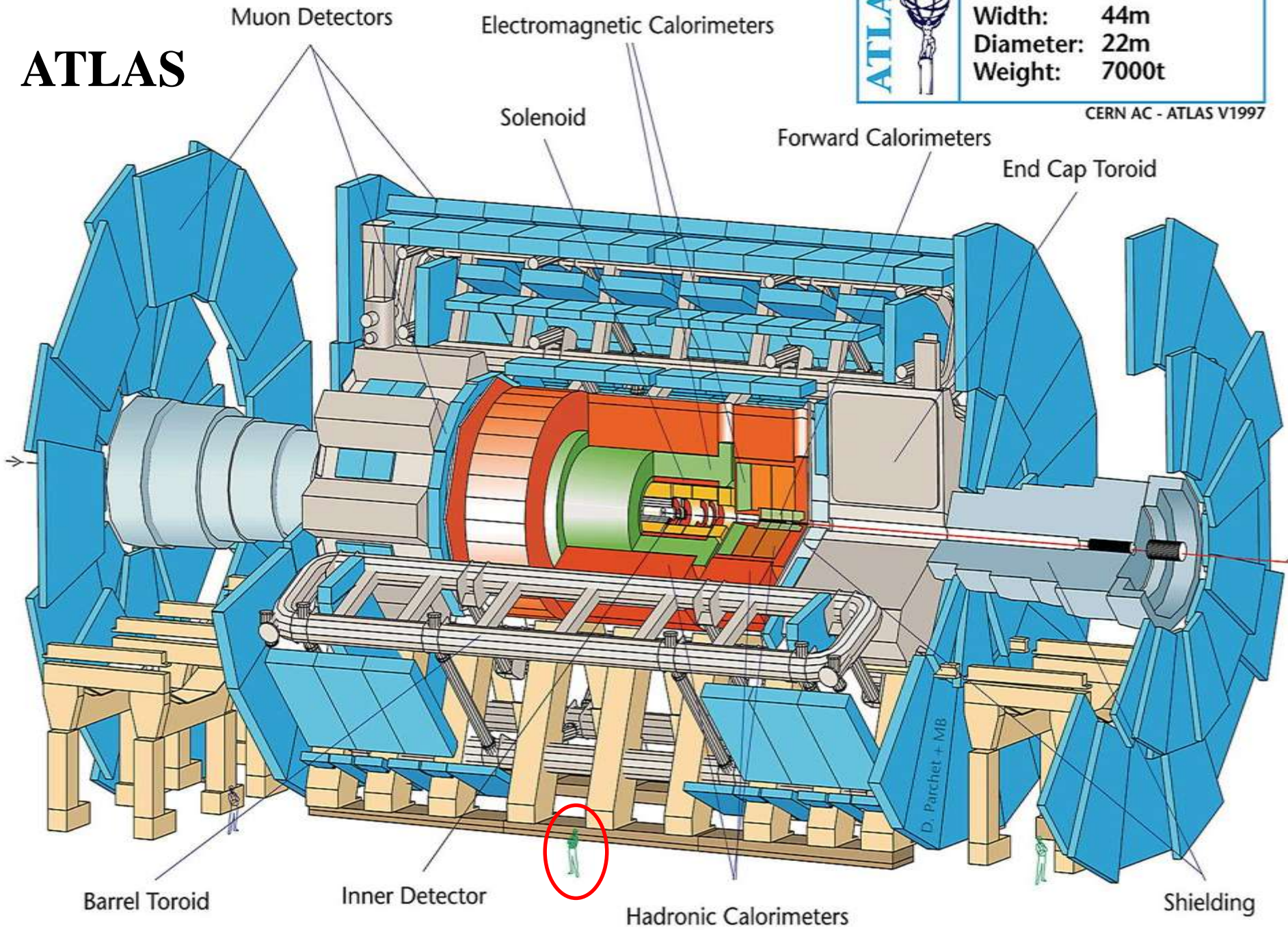
# ATLAS

**ATLAS** 

**Detector characteristics**

Width:	44m
Diameter:	22m
Weight:	7000t

CERN AC - ATLAS V1997



Muon Detectors

Electromagnetic Calorimeters

Solenoid

Forward Calorimeters

End Cap Toroid

Barrel Toroid

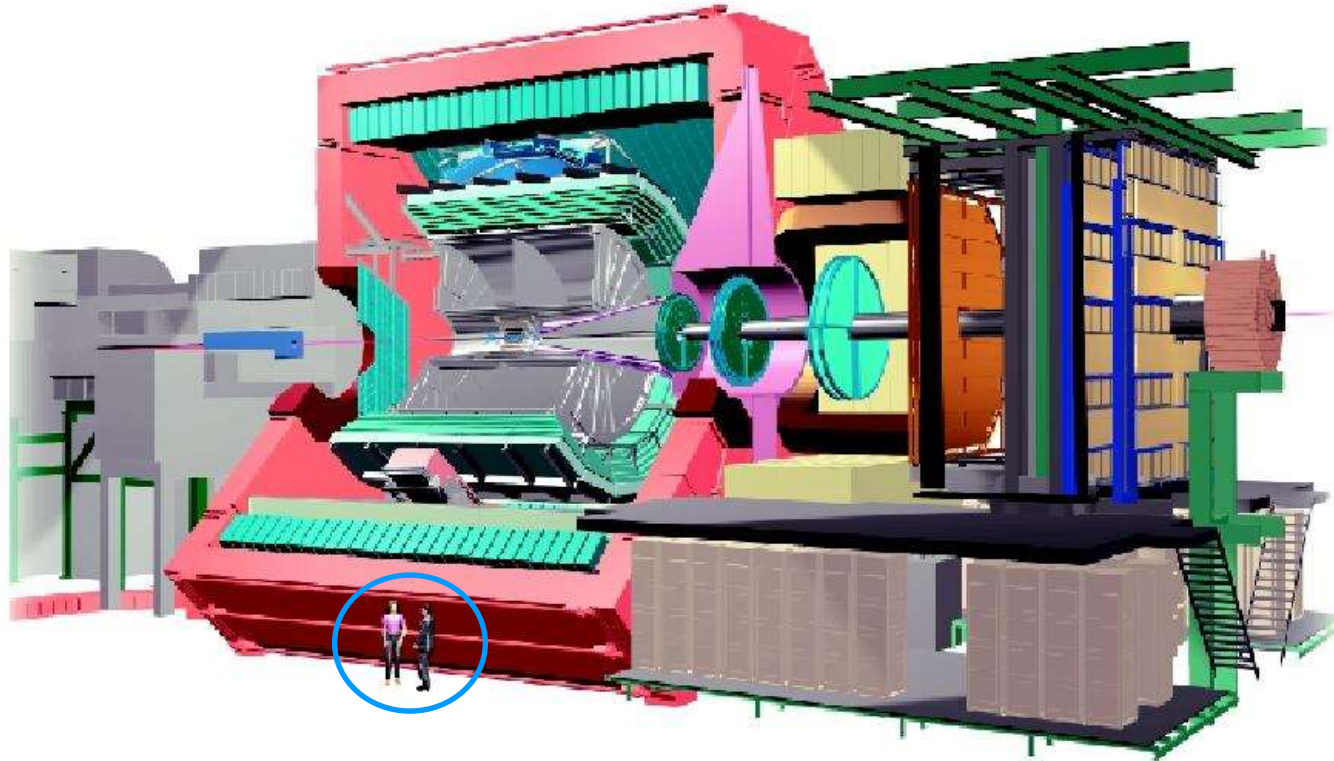
Inner Detector

Hadronic Calorimeters

Shielding







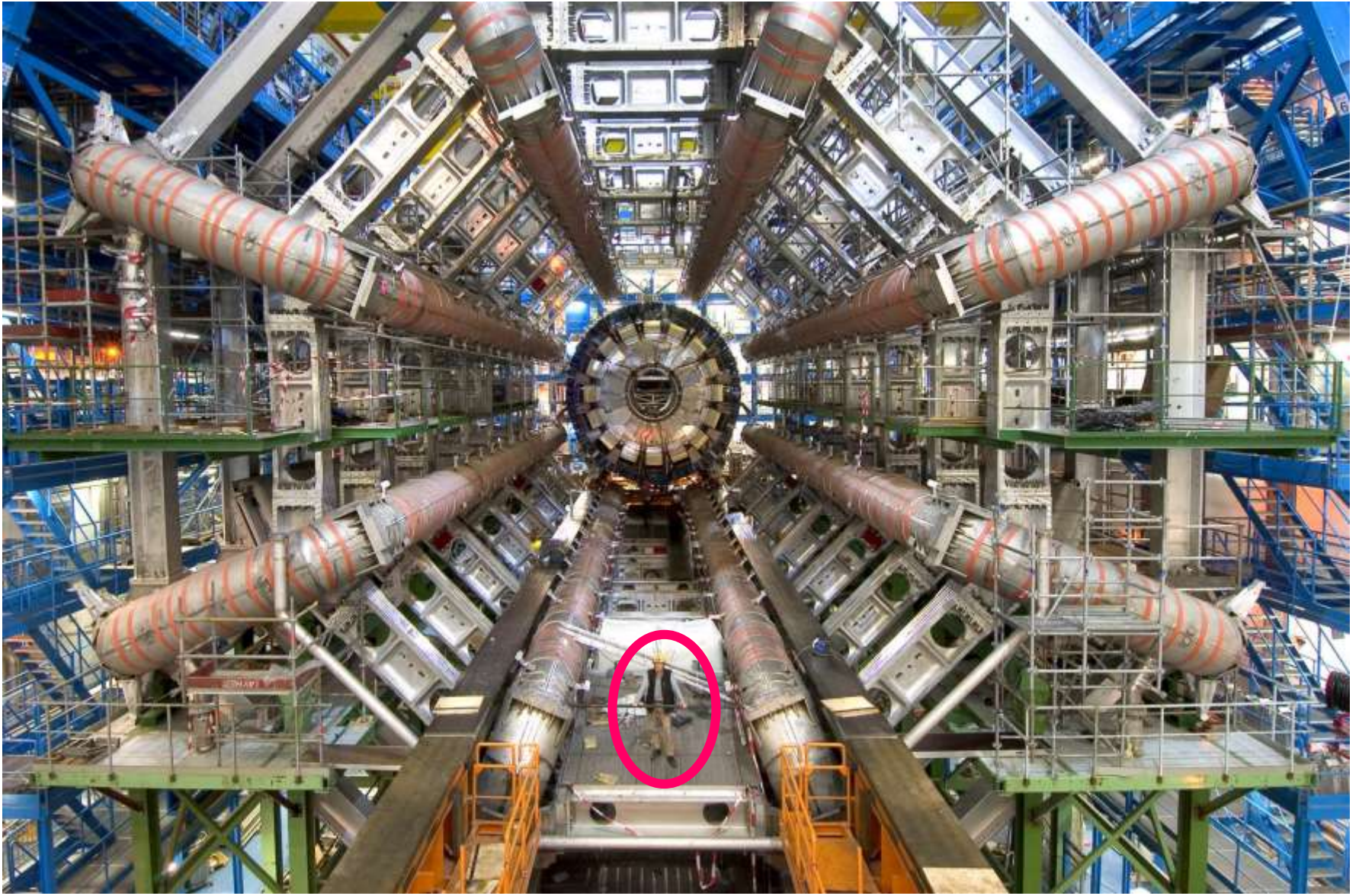
# **ALICE – srážky těžkých iontů**

**QGP – 4. skupenství hmoty?**

**délka: 22 m,    výška: 16 m,    váha: 10 000 t**

**ALICE**





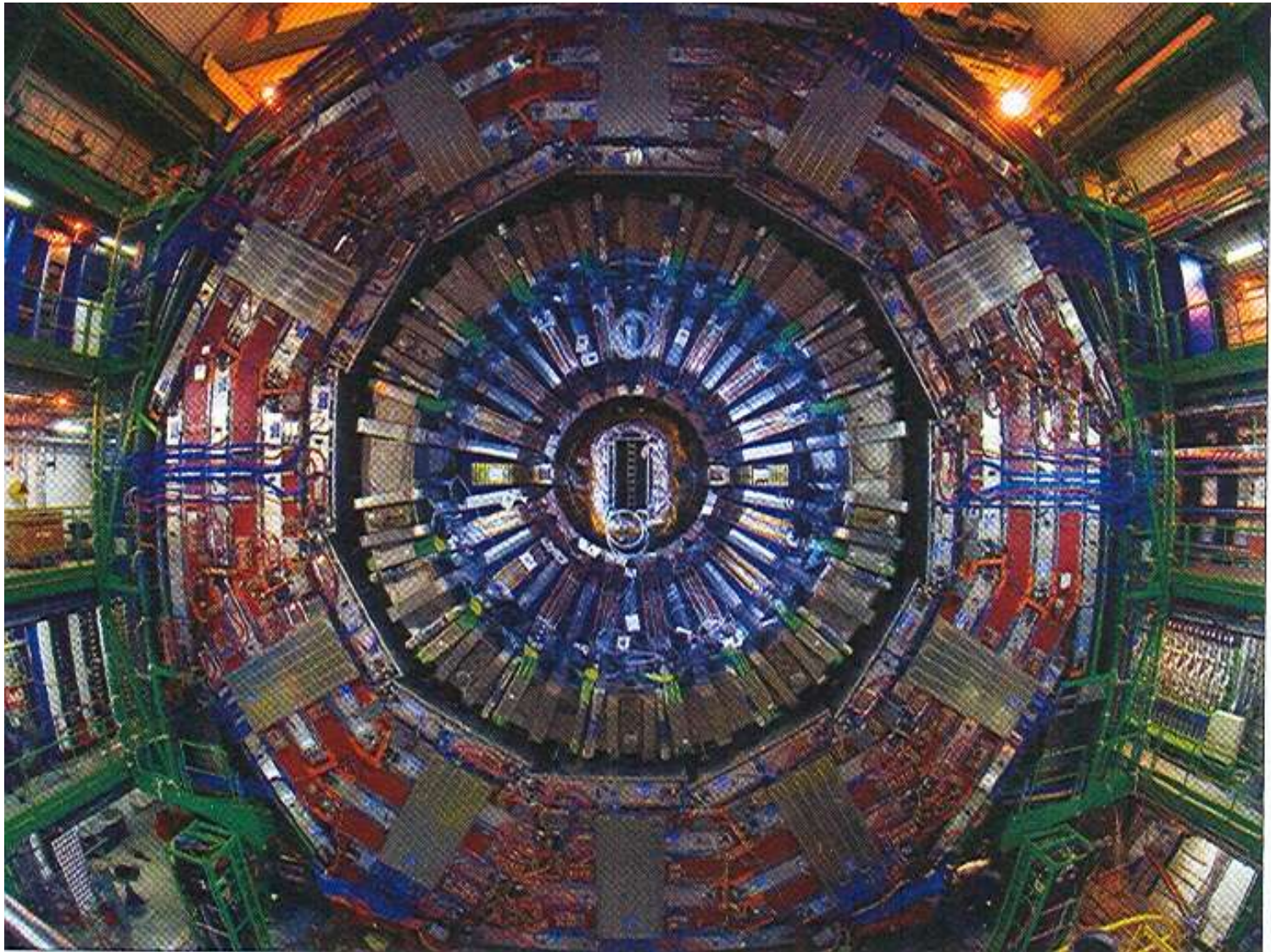
**CERN – Atlas experiment**

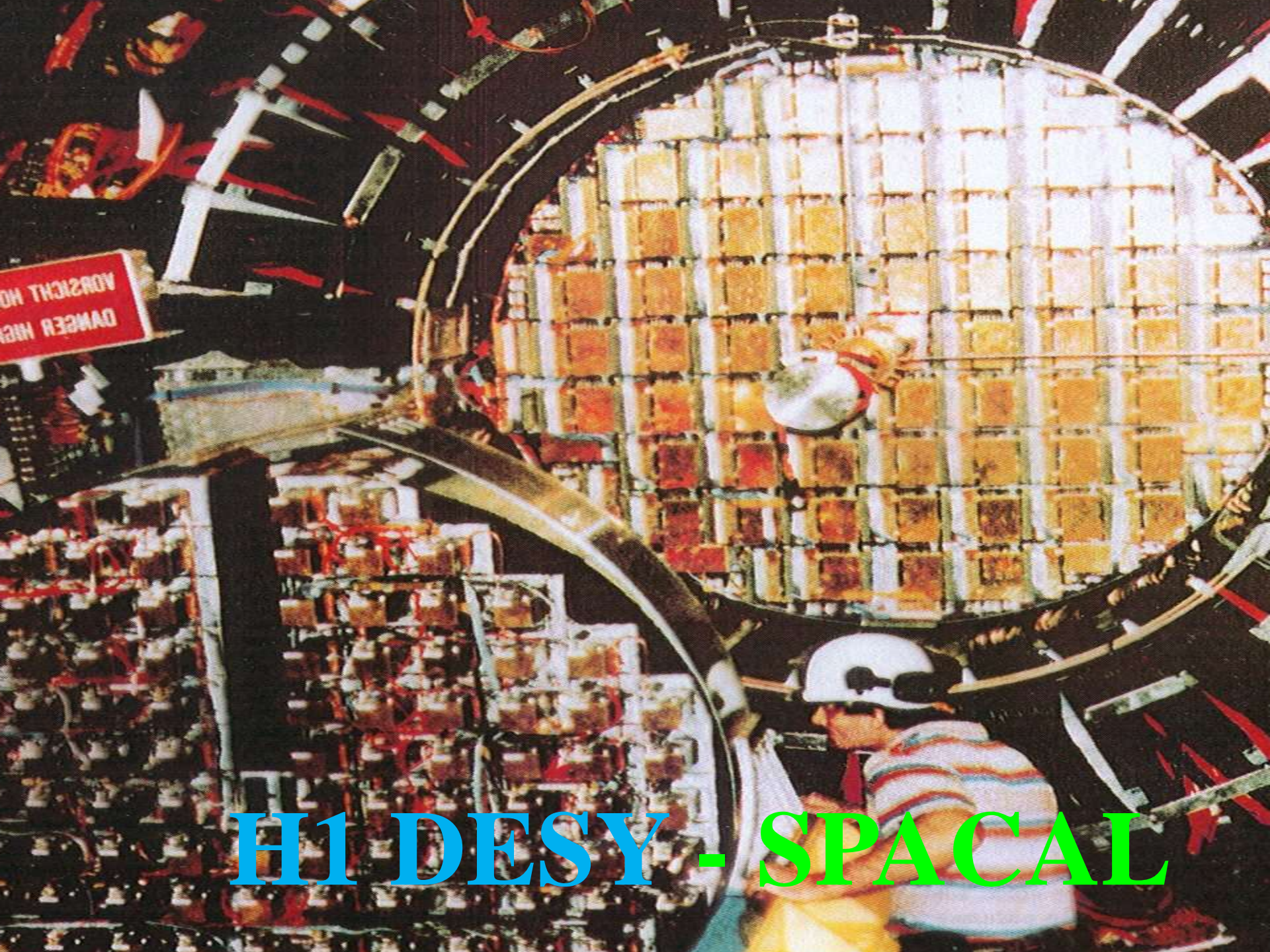
**Si - 9.3 milionů mikrostripů a 68 milionů pixelů**



**CMS - mikrostripový tracker**

# CMS – vnitřek detektoru





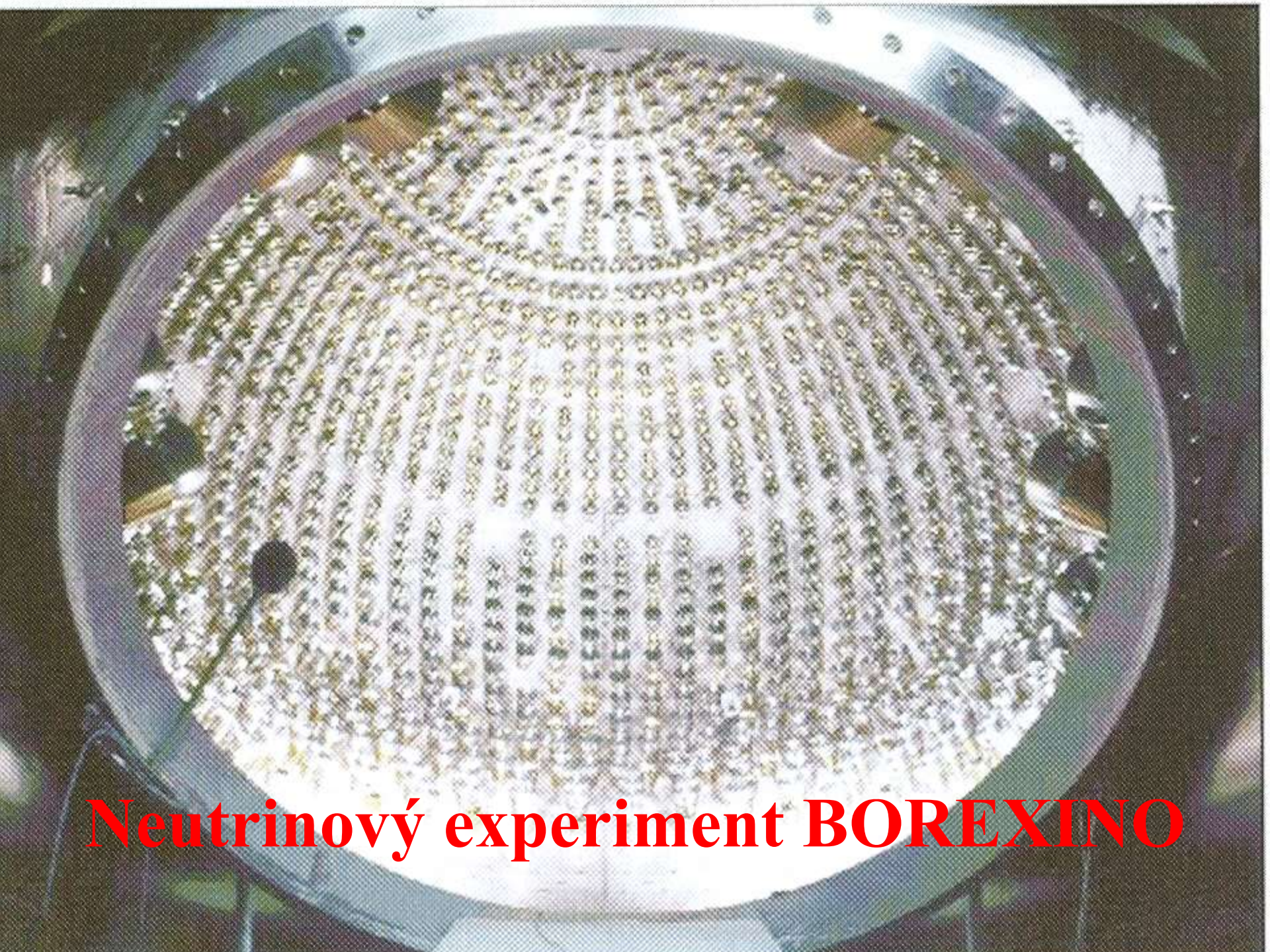
ON THICZROY  
DANGER HIGH

# H1 DESY - SPACAL



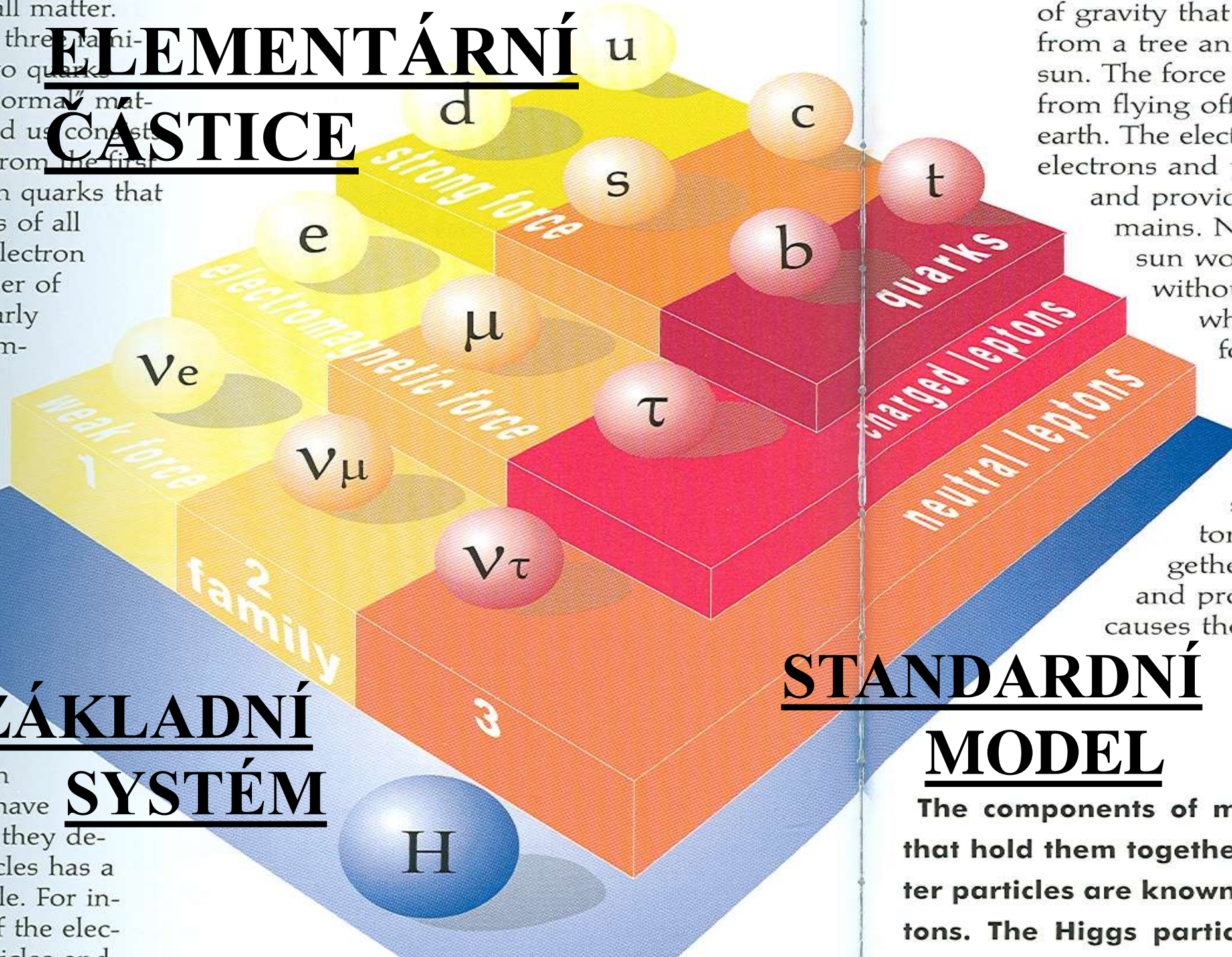
**Experiment H1 v DESY**  
**– BEMC**





**Neutrinový experiment BOREXINO**

# ELEMENTÁRNÍ ČÁSTICE



# ZÁKLADNÍ SYSTÉM

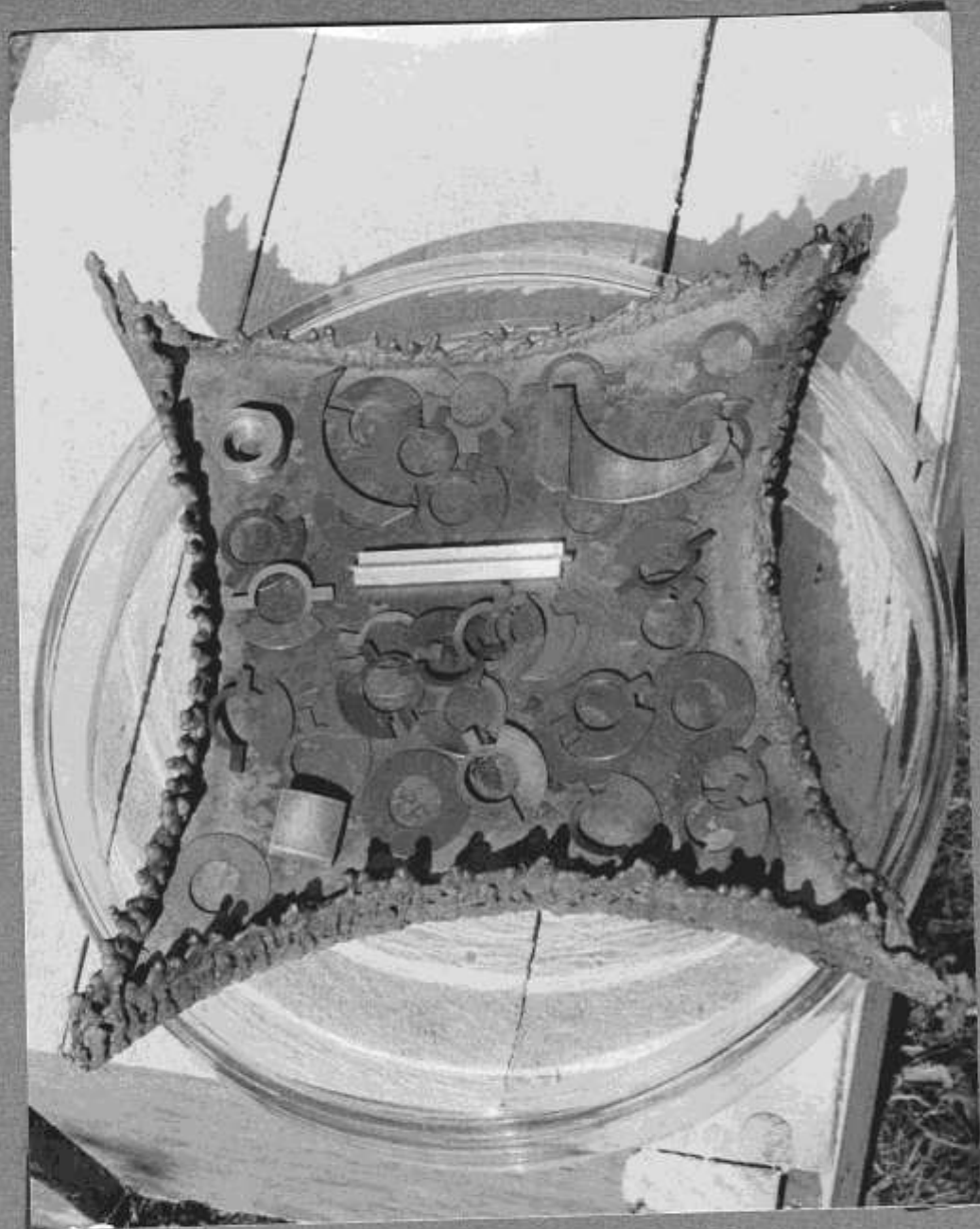
# STANDARDNÍ MODEL

The components of matter that hold them together. Other particles are known as bosons. The Higgs particle

of gravity that... from a tree and... sun. The force... from flying off... earth. The elec... electrons and... and provid... mains. N... sun wo... witho... wh... fo...

ton... gethe... and pro... causes the...

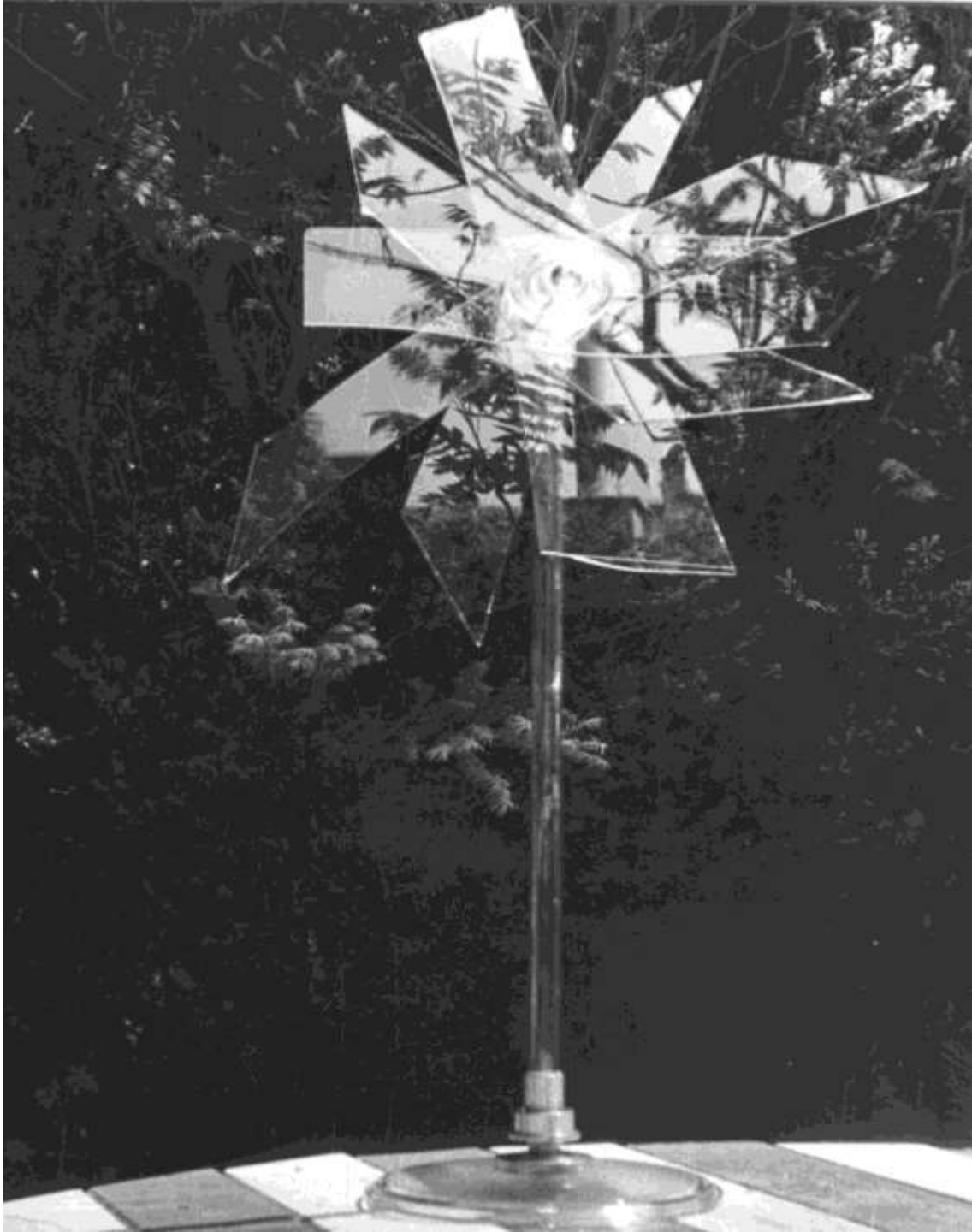
# Moře kvarků



A photograph of a museum exhibit. A clear glass sphere, possibly a lens or a decorative object, sits on a dark, weathered wooden rectangular base. A thin red string is draped across the top of the wooden base, passing behind the sphere. The background is a plain, light-colored wall. The text 'Půvabný kvark' is overlaid at the bottom of the image in a white serif font, underlined with a red line.

# Půvabný kvark

V  
N  
E  
U  
T  
R  
I  
N  
O  
V  
Á



CH  
R  
Y  
S  
A  
N  
T  
É  
M  
A



**HIGGSŪV**

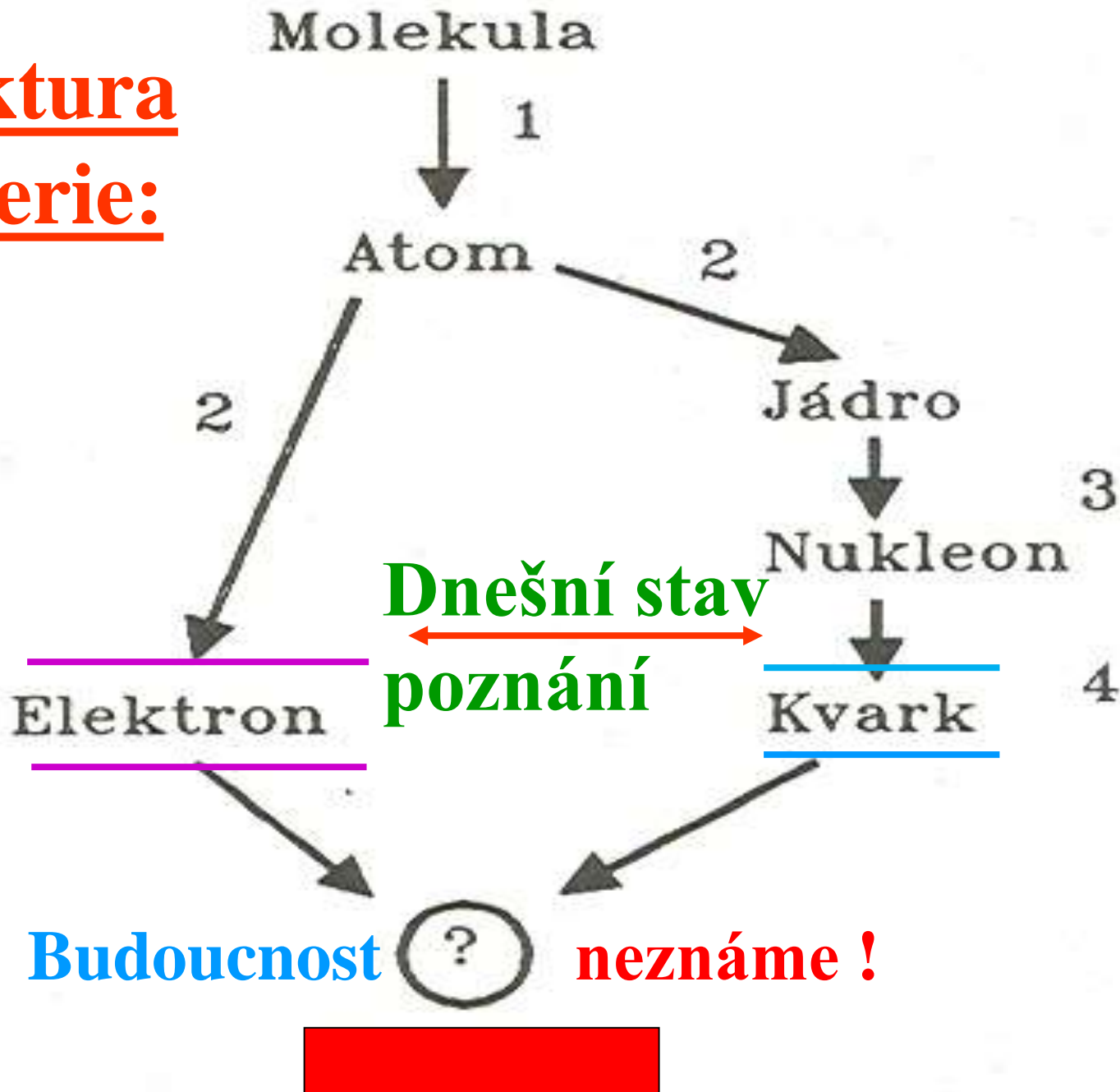
**BOZON**

# SUPERSYMETRICKÁ ČÁSTICE



SUSY

# Struktura materie:





# Využití v praxi pro lidstvo:

♥ Léčení nádorů, lékařské přístroje

Biologie - genetika, modely

Informatika - počítače a sítě www, Grid

Likvidace jaderného odpadu

Konstrukce jader. reaktorů - 4.generace

Doprava - vlaky s magnetic.polštářem

Technika – mikroelektronika, vývoj

a další...

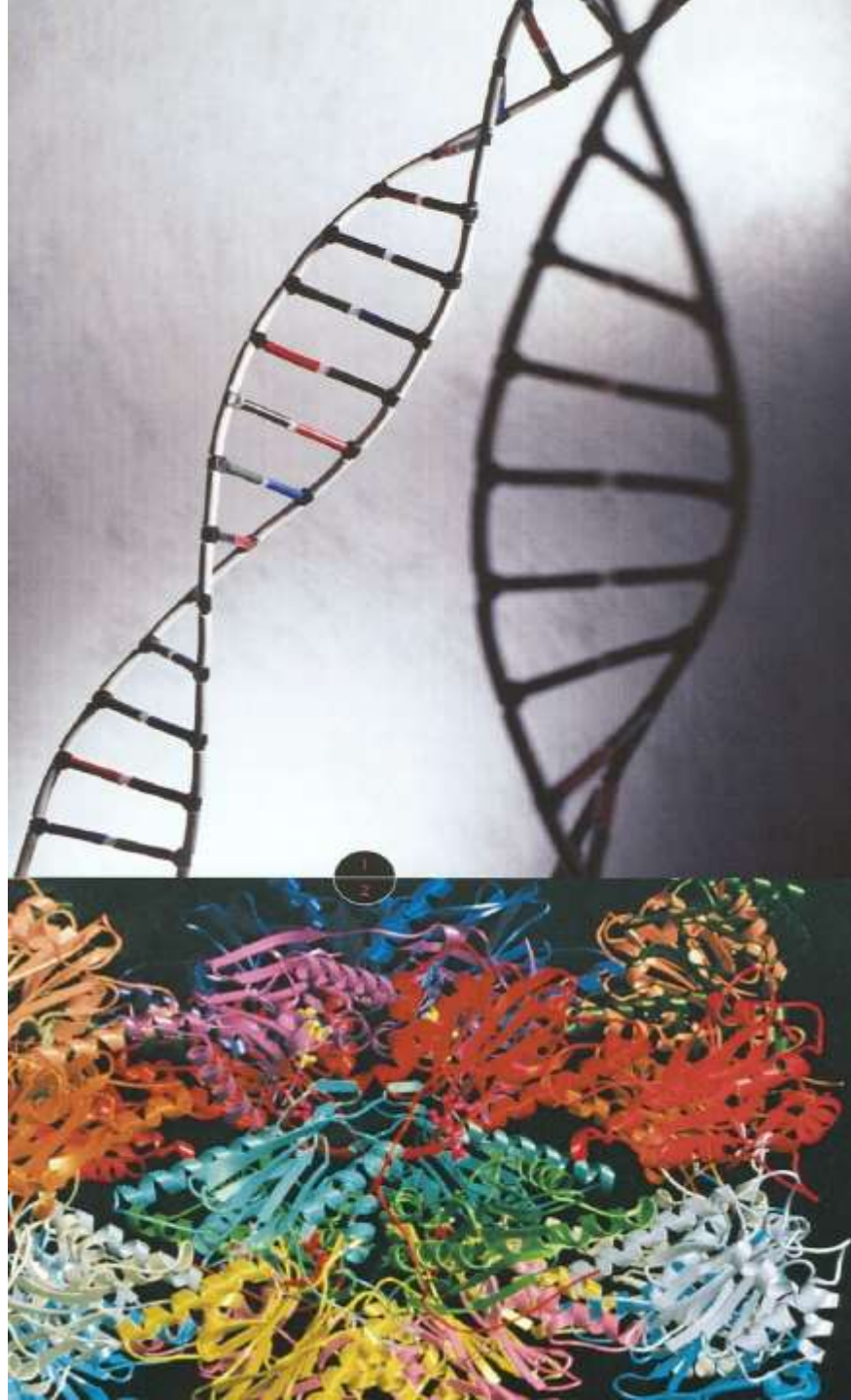
Zweifarben-Röntgenverfahren zur  
Darstellung der Herzkranzgefäße  
*X-ray dichromography to  
visualise the coronary arteries*

# CHROMOGRAFIE



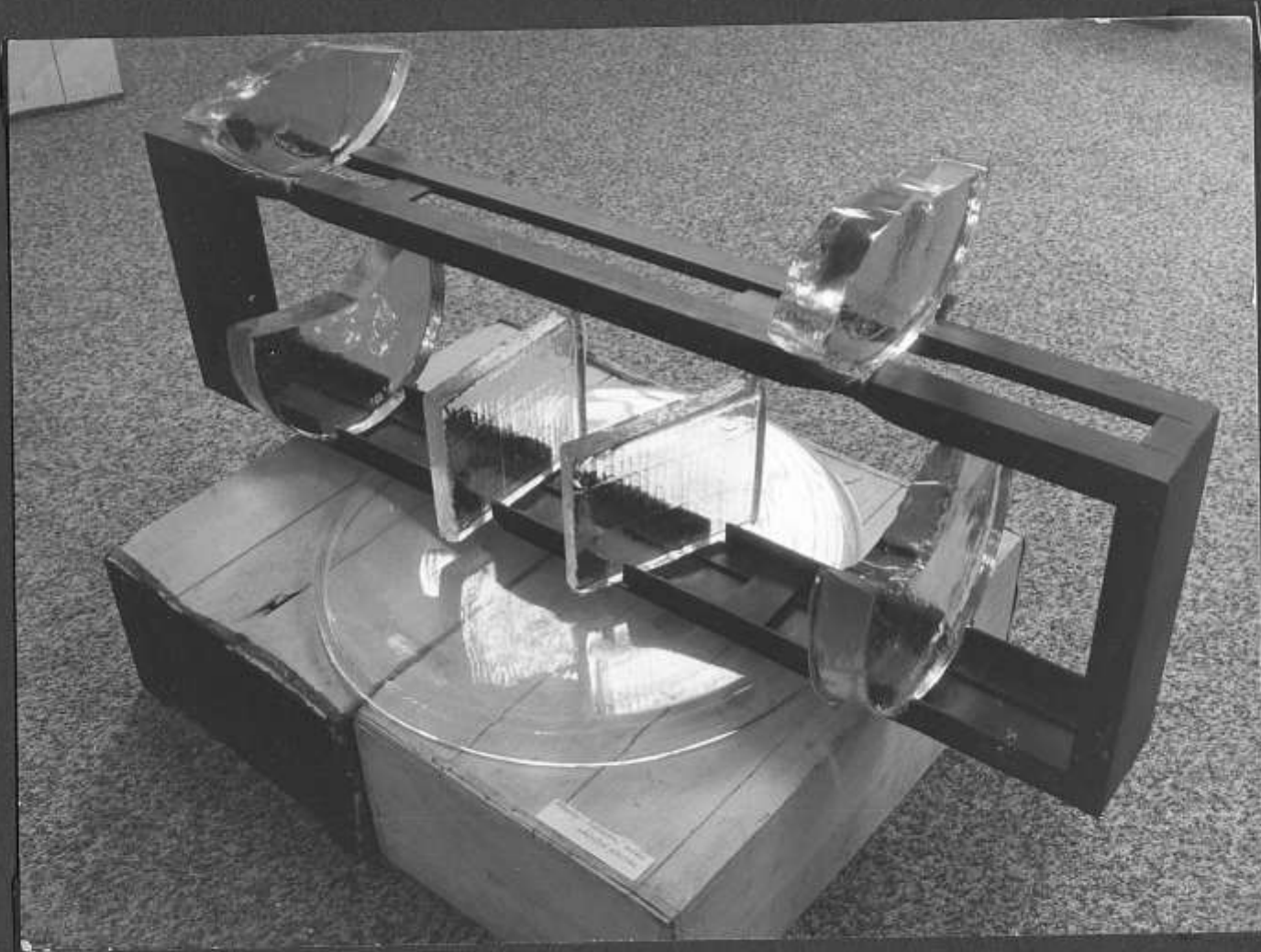
# BIOLOGIE

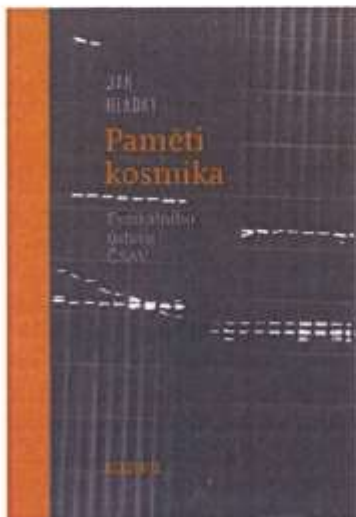
## Struktur molekul





# NELINEÁRNÍ OPTIKA





# Paměti kosmika Fyzikálního ústavu ČSAV

HLADKÝ JAN

VYJDE

04.04.2018

Publikace „Paměti kosmika Fyzikálního ústavu ČSAV“ obsahuje vzpomínky pracovníka Oddělení kosmického záření, vysokých energií a elementárních částic – nazývaného v ústavu „kosmici“ – na jeho činnost během zhruba čtyřicetiletého období. Navštěvoval ústav od jeho založení v roce 1954 ještě jako student a od roku 1957 je jeho pracovníkem až do současnosti. Historie časového úseku tohoto oddělení Fyzikálního ústavu ČSAV v Praze v rozmezí od roku 1957 až do rozdělení Československa na dva samostatné státy v první polovině devadesátých let se týká experimentů s kosmickým zářením v Praze a na Lomnickém štítě a dále zejména období, kdy byl autor vedoucím složky Státního plánu vědy a výzkumu nebo později nositelem grantů, což souviselo s experimenty na urychlovačích částic ve Spojeném ústavu jaderných výzkumů v Dubně (SSSR), v CERN Ženeva a DESY Hamburg.

Vázaná,

468 stran

EAN:9788020027351

Doporučená prodejní ceny 395 Kč

„Komorní“ VÝSTAVA:

*Jan Hladký, Fyzikální ústav, AV ČR*

---

**ROK 2017**

**MOMENTKY**

**ZE 4 KONFERENCÍ PRAŽSKÝCH FYZIKŮ**

*10 kreseb tuší,*

**EVROPSKÉ PROBLÉMY ROKU**

*2 artefakty.*

---

**Vernisáž** - 19. 3. 2018 v 17:00 ve Fyzikálním ústavu AV ČR, Praha 8, Na Slovance 2 (*Pod vodárenskou věží 1*)

zahájí

prof. výtvarného umění **Aleš VAŠÍČEK**

Výstava bude otevřena od 21. 3. 2018 do 8. 5. 2018

každý pracovní den od 8:00 do 18:00 hod.



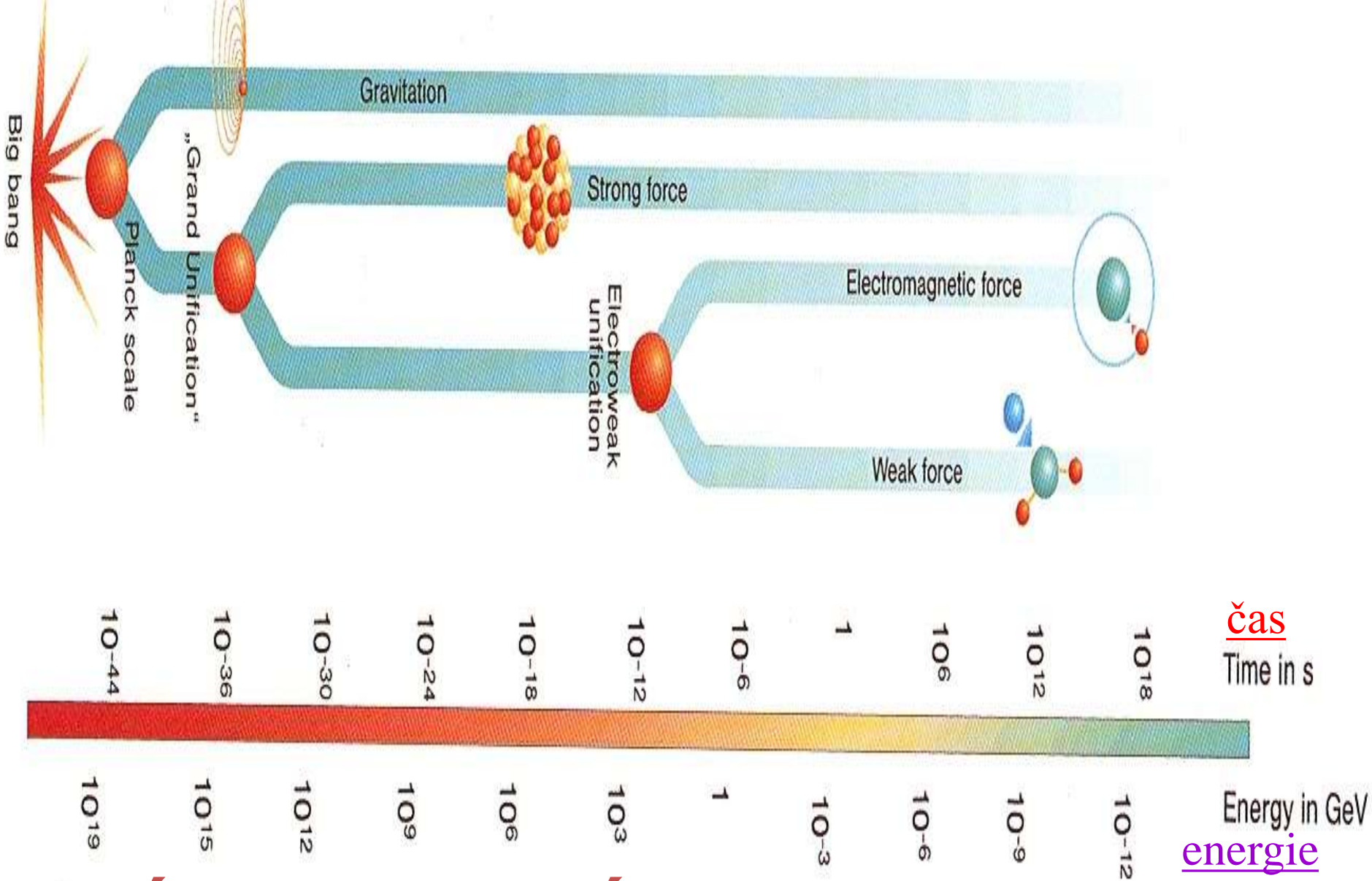
Děkuji

za

pozornost

25.7. H. H. H.





# VÝVOJ VESMÍRU

# Základní síly přírody

Kosmická gravitace - Kepler

Newton 1687 Gravitační

Pozemská gravitace - Galileo

Einstein 1915

Směr zesilování sil

Magnetismus - Oersted

Elektromagnetická

Maxwell 1873

Elektřina - Faraday

Weinberg, Salam, Glashow

1967

Slabá

Slabé interakce - Fermi 1933

SUSY 1980

GUT 1979

Silná

Silné interakce - Yukawa 1935

Jsou odpovědny za veškeré dění v přírodě



Ďakujem

za pozornosť

25.7. Hrabko