



# Dalelės, CERN ir Lietuva (ir lietuviai) IPP Masterclass 2023

Aurelijus Rinkevičius

Vilniaus universitetas

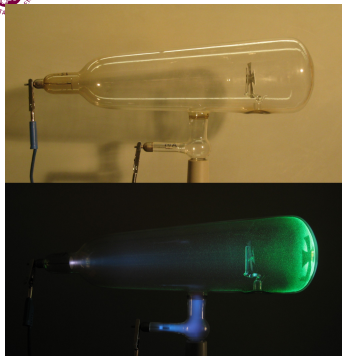
2023-03-29



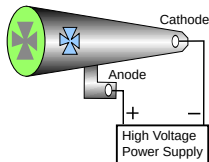
# Kaip dalelių fizika atkeliavo į Lietuvą?



# Pirmieji greitintuvai: Kruko lempa (Crookes tube)



- 1869 J. Hittorf įtarė katodo spindulius
- ~1870 W. Crooke sukonstruoja lempą panaudojant gilų vakuumą ( $10^{-6}$ – $10^{-8}$  atm)
  - Leido ilgesnę  $e^{-}$  trajektoriją ir katodo liuminescenciją (švytėjimą)
- 1895 W. Röntgenas atranda „X“ spindulius
- 1897 J. J. Thompson atranda elektroną



[https://en.wikipedia.org/wiki/Crookes\\_tube](https://en.wikipedia.org/wiki/Crookes_tube)



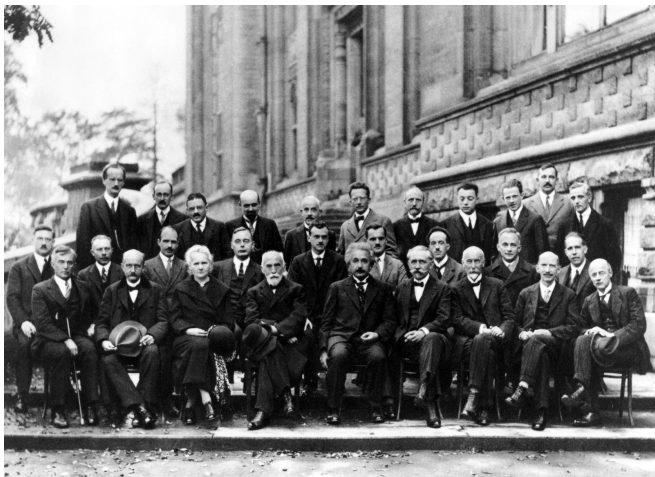
## Iki greitintuvų

- 1905 A. Einstein paaiškina fotoelektrinį reiškinį — fotonas.
- (• 1886 E. Goldstein atranda  $H^+$  katodinius spindulius.)
- 1911 E. Rutherford atranda branduolius.
- 1920 E. Rutherford pavadina vandenilio branduolį protonu (gr. pirmuoju).
- 1920–1930 formuojasi kvantinė mechanika.
- 1929 G. Gamow parodo: kvantinė mechanika pranašuoja dalelių ( $\leq 1$  MeV) tuneliavimą — tyrimams reikalingi greitintuvai.



# Solvėjaus konferencijos

- 1927 konferencijos tema: „Elektronai ir protonai“
- 1948 — „Elementariosios dalelės“

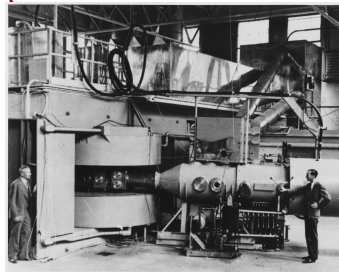


1927 m. konferencija, [https://en.wikipedia.org/wiki/Solvay\\_Conference](https://en.wikipedia.org/wiki/Solvay_Conference)



# Prasideda greitintuvų era ...

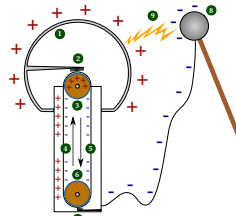
- 1929 E. Lawrence išranda ciklotroną (cyclotron, keliolika MeV).



Lawrence 60" (1.5 m) ciklotronas

- 1929 R. Van de Graaf generatorius (iki kelių MeV).

## Van de Graaff Generator

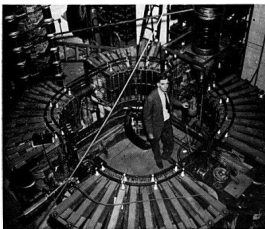


1. hollow metal sphere
2. upper electrode
3. upper roller (for example an acrylic glass)
4. side of the belt with positive charges
5. opposite side of belt, with negative charges
6. lower roller (partly)
7. lower electrode (ground)
8. spherical device
9. spark production



# Greitintuvų era tęsiasi

- 1932 Cockcroft–Walton generatorius (šimtai keV).
- 1944 V. Veksler išranda sinchrotroną (sinchrotron, pirmasis: 300 MeV)



University of Michigan sinchrotronas, 1949

LHC yra sinchrotronas!



Cockcroft-Walton generatorius (Philips, 1937)









# Atrandamas dalelių „zoologijos sodas“, bet ... apie tai kituose pranešimuose



# Link dalelių fizikos Lietuvoje



# Lietuva tarybiniais metais

- 1941 Adolfas Jucys ikuria teorinės fizikos departamentą Vilniuje.
- 1960-ieji Vladas Vanagas gilinaisi į branduolio fiziką.
- 1973 įkuriamas TFAI branduolio fizikos sektorius.
- 1974 vilnietis Guenakh Mitselmakher apgina disertaciją dalelių fizikos tema (JINR, Dubna).
  
- iki 1990-ųjų besidomintys Lietuvos studentai stažuojasi JINR Dubnoje.
- nuo 1990-ųjų pirmieji studentai vyksta į CERN.



# Nepriklausoma Lietuva žingsniuoja link CERN

1990–2000:

- TFAI mokslininkai kreipiasi į CERN dėl bendradarbiavimo
  - prof. E. Norvaišas ir kolegos įjungiami į CMS eksperimento pasiūlymo projektą CERNui.
- prof. J. V. Vaitkus ir kolegos toliau dirba radiacijai atsparių medžiagų srityje
- Lietuviai vyksta į JAV ir kitur studijuoti dalelių fizikos
  - V. Navickas, G. Vilkelis ir kiti.

2000–2010:

- Lietuvą aplanko CERN delegacijos (kartu su prof. Mitselmakher), atsiranda nauji bendri tyrimai.
- Lietuva įstoja į CERN CMS, RD39, RD50 kolaboracijas.



nuo 2010:

- Stiprus Lietuvos kompiuterių mokslininkų (VU MIF) įsitraukimas.
- TFAI pradeda dalelių fizikos veiklas, VU tęsia medžiagų tyrimus.
- Daugiau lietuvių studijuoja dalelių fiziką užsienyje.
- 2015 įsteigiama „Lithuanians@CERN“ grupė

⇒ priežastys lėmusios sprendimą įstoti į CERN.





# Lietuva tampa CERN nare 1/2



2017-06-27: LR prezidentė Dalia Grybauskaitė, UR ministras Linas Linkevičius ir CERN DG Fabiola Gianotti pasirašo narystės sutartį



## Lietuva tampa CERN nare 2/2



2018-01-08: Įteikiama LRS ratifikuota narystės sutartis.







**2017** įkuriamas Branduolių ir elementariųjų dalelių fiz. centras.

**2022** įkuriamas universitetų konsorciumas veikloms su CERN.



# Kaip pakliūti į CERN / dalelių fiziką?



# (Centras ir) Konsorciumas

## Kas tai?

- Lietuvos CERN veiklas vienijantis darinys

## Kas mes?

- VU, KTU, LSMU ir kitur dirbatys mokslininkai

## Ką mes?

- Dalelių fizika, kompiuterių ir medžiagų mokslai
- Taip pat medicina (radioterapija) ir kiti



# Praktika CERNe

## Kaip tai padaroma?

- Individualiai:
  - Tiesiogiai aplikuoju į CERN studentų ir kitas programas, pvz. summer student, fellowship, ...: <https://careers.cern/>
  - Erasmus praktika
- Kolektyviai:
  - Dirbant su Lietuvos universitetų grupėmis

## Atkreiptinas dėmesys:

- Egzistuoja „CERN“ dalelių fizikos stipendijos tokiems tikslams.



# Lithuanians@CERN







# Bendradarbių įvairovė



## Measuring CP violation in H-tt coupling via ttH production in multilepton channels

**Anshul Kapoor**  
(For the ttH multilepton group)

8<sup>th</sup> Dec 2020

- Iškarpa iš pranešimo