

Rīga, CERN-Latvijas  
grupa

14.10.2024

Daugavpils

# Ar CERN saistītās aktivitātes LU EZTF Ķīmiskās fizikas institūtā

E. Pajuste

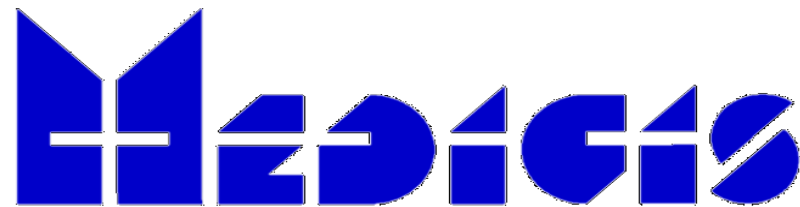
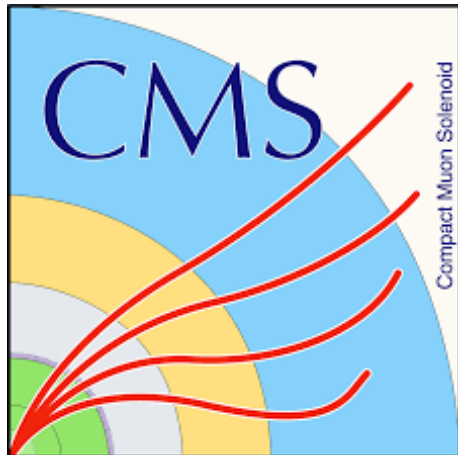


**LATVIJAS  
UNIVERSITĀTE**



# Ar CERN saistītās aktivitātes LU EZTF Ķīmiskās fizikas institūtā

- Dalība CMS eksperimentā
- Dalība CERN-MEDICIS
- Sadarbība ar Primx



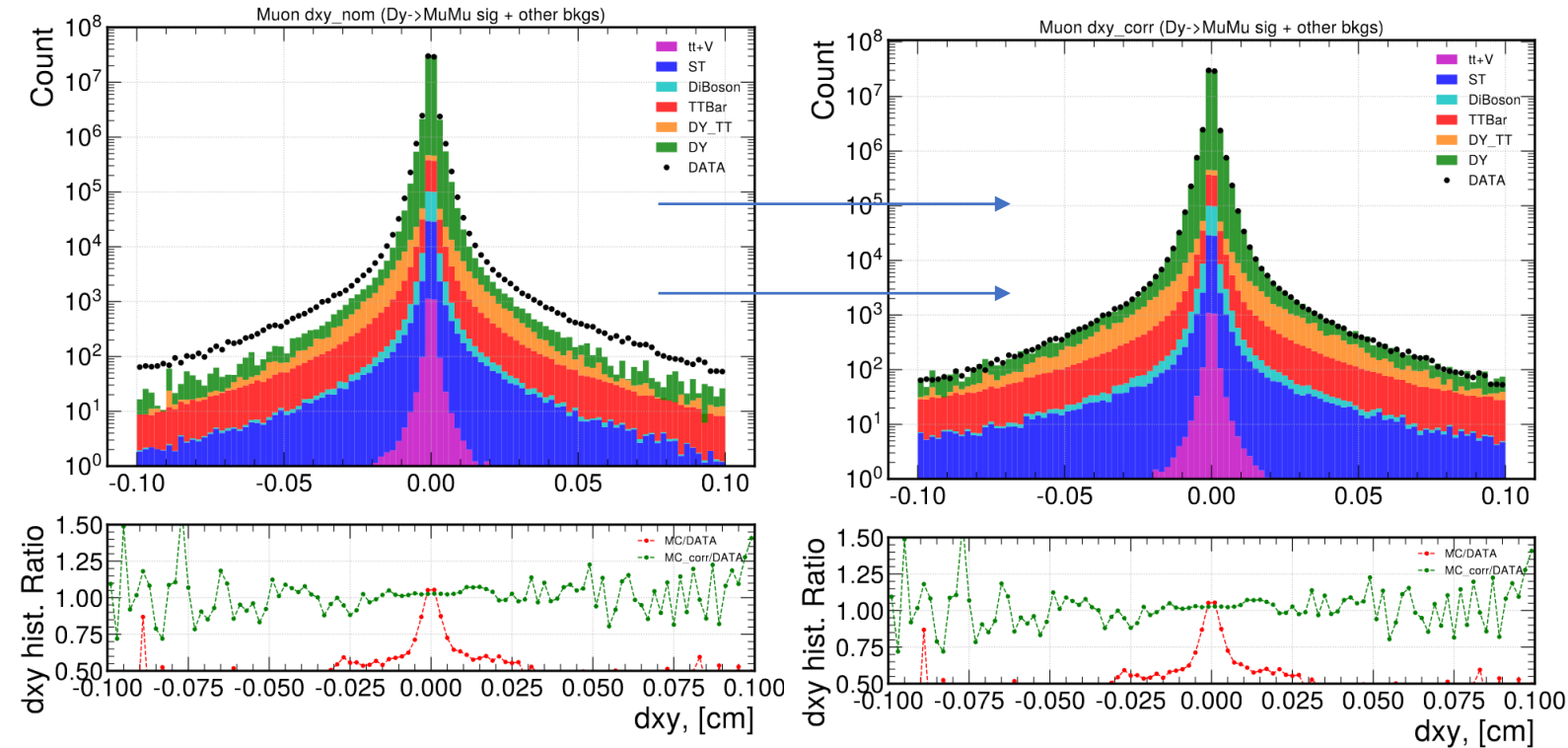
*Augstas enerģijas daļiņu fizikas pētījumi CMS  
eksperimentā un progresīvu paātrinātāju tehnoloģiju  
izstrāde sadarbībā ar CERN*



CMS aktivitātes tiek īstenotas Valsts Pētījumu Programmas ietvaros. Galvenais izpildītājs ir doktorantūras students MSc. Phys. **Normunds Ralfs Strautnieks** (uzsākts 4.gads).

Plānota fizikas maģistra programmas studentes **Katrīnas Rimšas** piesaiste.

# Aktivitātes Normunda Strautnieka promocijas darba tematikā – leptonu pētījumi



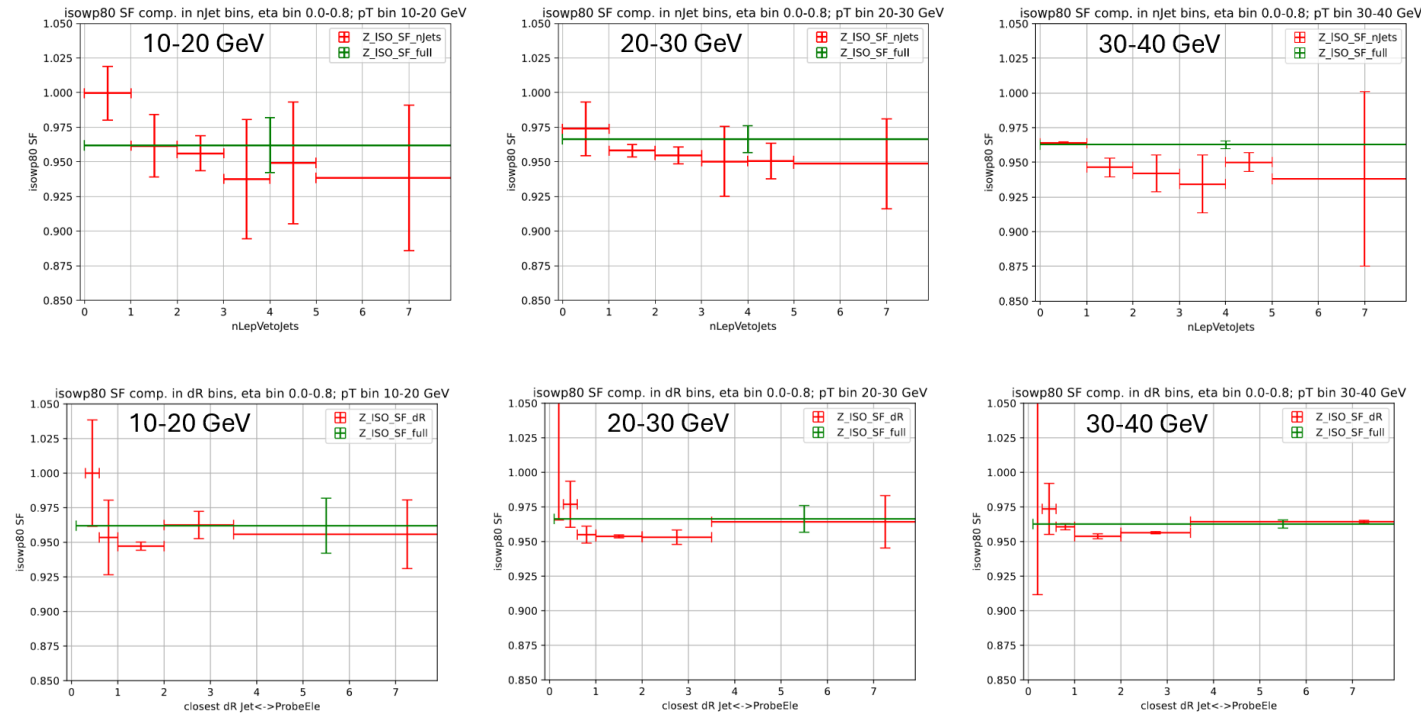
Muonu  $d_{xy}$  sadalījums pirms (pa kreisi) un pēc (pa labi)  $d_{xy}$  korekciju ieviešanas

## $d_{xy}$ labojumi:

- Korekcijas aprēķinā iekļauti dažādi fona procesi
- Novērsta problēma ar masveida pārmērīgām korekcijām (izmantotā MC parauga maiņa)
- Izlabotas dažādas kļūdas kodā
- Testu veikšana kontroles reģionos, lai pārbaudītu metodi Kodā ieviesti SFs B-tagging

# Aktivitātes Normunda Strautnieka promocijas darba tematikā – leptonu pētījumi

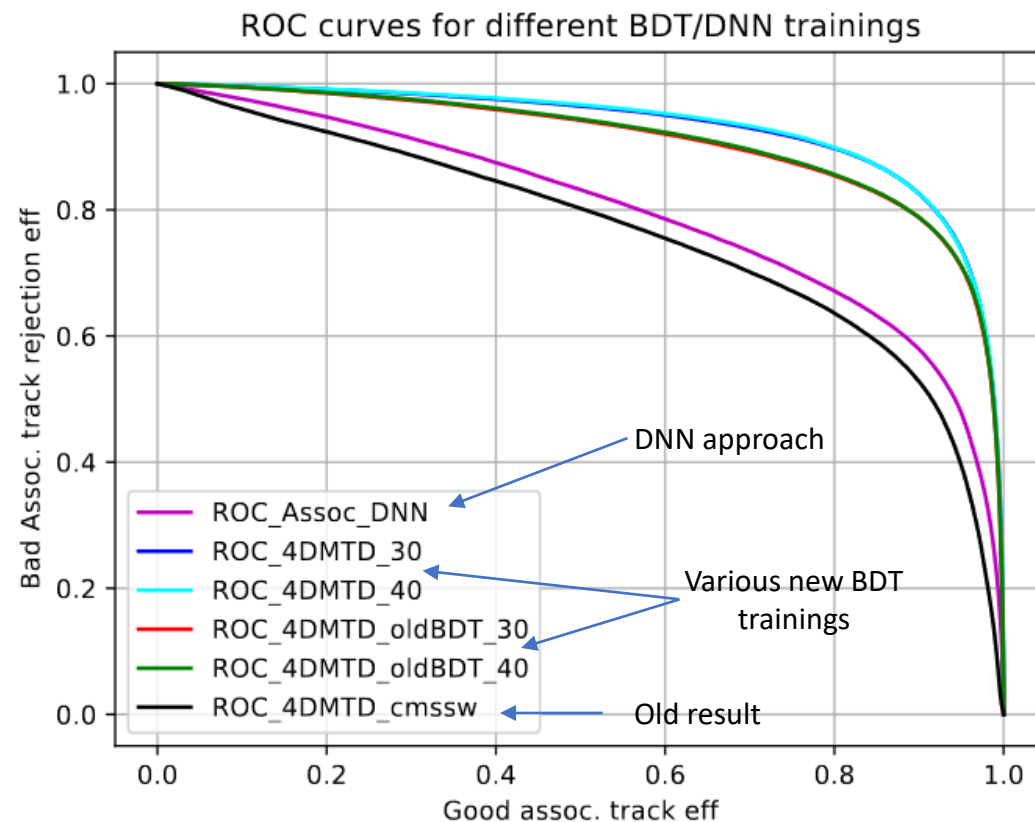
- Leptona izolācijas mēroga faktoru (scale factor –SF) :
- Vispārējs ieteikums SF lietošanai ir pievienot papildu sistemātisku nenoteiktību oficiālajiem leptona izolācijas SF, ja tie tiek izmantoti TTBar analīzē.
- Šī papildu nenoteiktība ierobežotu mūsu mērījumu precizitāti.
- Detalizēts pētījums veikts elektronu izolācijas SF, kurā tika pārbaudīta tā atkarība no papildu parametriem



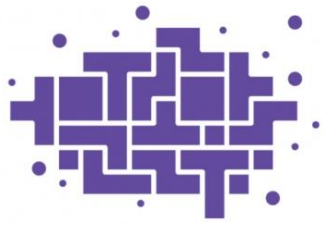
A few SF plots in various  $p_T/\eta$  bins. Goal of the study was to show that the binned SF measurement (red) in nJets (top) and dR (bottom) showed a general overlap with inclusive SF measurements (green) within the uncertainties.

# Aktivitātes Normunda Strautnieka tehniskajos MTD (MIP Timing Detector) uzdevumos

- MTD programmatūrai bija vecs BDT (Boosted Decision Tree), kas tika ieviests pirms 5 gadiem.
- Kopš tā laika MTD detektoram ir daudz kas mainījies.
- Bija jāveic atjaunināta BDT pārkvalifikācija, lai ņemtu vērā detektorā veiktās izmaiņas un noskaidrotu, vai var atjaunināt sliežu ceļu asociācijas kvalitātes rādītāju. (Izmantojot XGBoost)
- Tika veikta papildu vienkārša pārbaude ar DNN (Deep Neural Network), lai noskaidrotu, vai tas varētu nodrošināt labāku veiktspēju nekā BDT pieeja.
- Rezultāti tika prezentēti MTD DPG sanāksmē.
- Darbs joprojām turpinās, jo vēl ir jāveic daži papildu atjauninājumi.



ROC curve for track 'Good and Bad Associations' between tracks and MTD hit clusters.



**FLPP**  
FUNDAMENTĀLO UN  
LIETIŠĶO PĒTĪJUMU  
PROJEKTI



# Radionuklīdu iegūšana, atdalīšana un attīrīšana teranostikas pielietojumiem

Teranostika ir jauna onkoloģisko saslimšanu ārstēšanas metode, kas apvieno radionuklīdo diagnostiku ar terapiju. Tā ir pacientiem personalizētu ārstēšanas pieeja, iepriekš selektīvi nosakot vēža šūnu lokalizāciju ar sekojošu šūnu apstarošanu ar terapeitiskajiem radiofarmaceutiskajiem preparātiem.

MEDICIS aktivitātes tiek īstenotas FLPP projekta «Jauna un efektīva pieeja medicīnisko radionuklīdu  $^{43}\text{Sc}$ ,  $^{44}\text{Sc}$  un  $^{47}\text{Sc}$  atdalīšanai un attīrīšanai no apstarotiem metāliskiem mērķiem radiofarmaceutisko preparātu attīstībai teranostikā ietvaros».

Plānots iesniegt projektu par terbija izotopiem ERAF uzsaukumā.

Izpildītāji:

MSc.chem. **Edgars Mamis** - promocijas darba aizstāvēšana **23.10.2024. plkst. 13:00**, CERN pēcdokorantūra (fellowship)

MSc. Chem. **Patrīcija Kalniņa** - doktorantūras studente (pirmais gads, CERN)

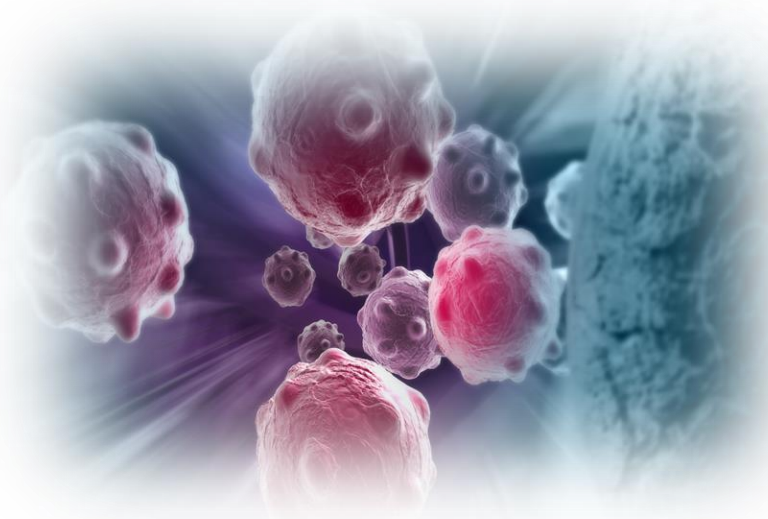
BSc. Chem. **Rūdolfs Zabolockis**- maģistratūras students (LU)

MSc. Chem. **Vanda Voikiva**- doktorantūras studente (LU)

BSc. Chem. **Laura Dace Pakalniete** – maģistratūras studente (LU)



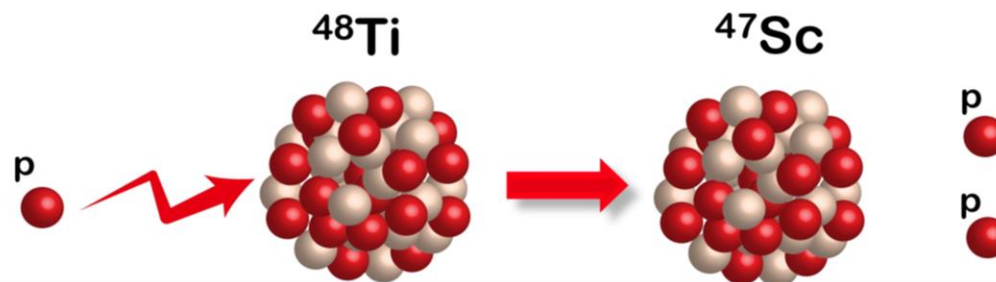
# Skandija izotopu iegūšana un atdalīšanās teranostikai (E.Mamja promocijas darbs)



$^{43}\text{Sc}$ ,  $^{44}\text{Sc}$  un  $^{47}\text{Sc}$  ir ķīmiskajā elementa Skandija (Sc) trīs kodolmedicinā izmantojami radionuklīdi.

$^{43}\text{Sc}$  vai  $^{44}\text{Sc}$  (PET/CT) **diagnostikas** attēlveidošanas

$^{47}\text{Sc}$  - **terapeitiskiem** nolūkiem vai SPECT diagnostikai.



Skandija priekšrocība ir tā **zemā toksicitāte**, kā arī to radioaktīvās sabrukšanas produkti ir Ca un Ti ķīmiskie elementi, kas ir **biosaderīgi ar audiem un organismu**

**Aktivitātes mērķis** jaunas un efektīvas metodes izstrādes medicīnisko radionuklīdu  $^{43}\text{Sc}$ ,  $^{44}\text{Sc}$  un  $^{47}\text{Sc}$  atdalīšanai un attīrīšanai no apstarotiem metāliskiem mērķiem radiofarmaceutisko preparātu attīstībai



# Terbija izotopu iegūšana un atdalīšanās teranostikai (P.Kalniņas promocijas darbs)

Terbija radioizotopus  $^{149}\text{Tb}$ ,  $^{152}\text{Tb}$ ,  $^{155}\text{Tb}$  un  $^{161}\text{Tb}$  ar pussabrukšanas periodiem attiecīgi 4,1 h, 17,5 h, 5,3 dienas un 6,9 dienas var kombinēt, lai piedāvātu vēlamās  $\alpha$  vai  $\beta$ - terapijas kombinācijas ar  $^{149}\text{Tb}$  un  $^{161}\text{Tb}$ , kā arī PET vai SPECT attēlveidošanu ar  $^{152}\text{Tb}$  un  $^{155}\text{Tb}$ .

$^{161}\text{Tb}$  var ražot kodolreaktoros, bet pārējos var ražot ciklotronu vai radioaktīvo jonu staru iekārtās, piemēram, CERN un TRIUMF.

## Plānotās aktivitātes

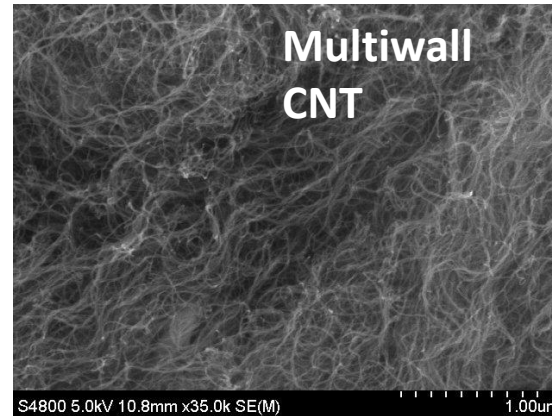
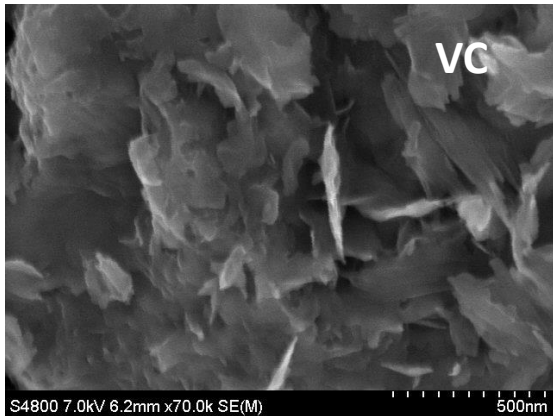
- Mērķa materiāla izgatavošana, kas ir piemērots  $^{149}\text{Tb}$ ,  $^{152}\text{Tb}$  un  $^{155}\text{Tb}$  radionuklīdu ražošanai, izmantojot vieglo daļiņu inducētas kodolreakcijas, piemēram, protonus, deutonus, neitronus un alfa daļiņas, kombinācijā ar masu atdalīšanu un/vai ķīmisko attīrīšanu.
- terbija radionuklīdu ( $^{149}\text{Tb}$ ,  $^{152}\text{Tb}$  un  $^{155}\text{Tb}$ ) masu atdalīšanu no apstarotiem Ta mērķa materiāliem un to attīrīšanas metožu izstrāde.



# Nanostrukturētu mērķu izstrāde radionuklīdu iegūšanai - priekšizpēte LU

Lai iegūtu nepieciešamo radionuklīdu diagnostikai vai terapijai atbilstošā tīrībā, ir nepieciešami bagātināti un dārgi mērķa materiāli, kuru pieejamība ir zema un tie ir pārāk dārgi regulārai zāļu ražošanai.

Pētījuma ietvaros plānots izstrādāt metālu karbīda MeC/ oglekļa nanostrukturū (piemēram, oglekļa nanocaurulītes) kompozīta (MeC/CNT) mērķa materiālu, kura pamatā tiks izmantoti dabīgais mērķa elementa izotopu sastāvs. Izstrādātais mērķis būs ar augstu termisko izturību un uzlabotu iegūto radionuklīdu izdalīšanas efektivitāti.



Iesniegts neliels priekšizpētes projekts LU Fonda uzsaukumā «Nanostrukturēta mērķa materiāla izstrāde jaunu radionuklīdu sintēzei onkoloģisko saslimšanu diagnostikai un ārstēšanai».

Plānota projekta pieteikuma sagatavošana un iesniegšana sadarbībā ar CERN, PSI un KIT vai Jyvaskila Universitāti

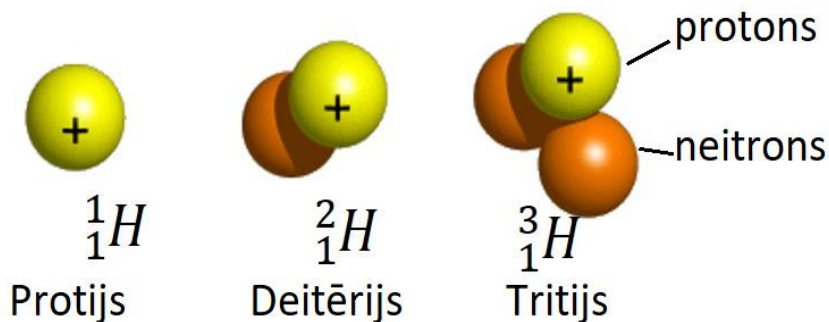
Izpildītāji:

Dr.chem. E. Pajuste, Dr.chem. Artūrs Zariņš, MSc.chem Līga Avotiņa (LU)

MSc. Chem Edgars Mamis, MSc. Chem Patrīcija Kalniņa (CERN)

Ūdeņraža radioaktīvais izotops, tritijs, apzīmēts kā  $^3\text{H}$  vai T, atmosfērā dabiski rodas ļoti mazos daudzumos, galvenokārt kosmiskā starojuma izraisītu kodolreakciju rezultātā.

Pamatā tam ir mākslīga izcelsme – kodolreaktori, augstas jaudas paātrinātāji un vēsturiski arī kodolieroču testi.



Tritijs var aizstāt stabilo ūdeņradi gan gāzē HT, gan ūdenī HTO, kā arī jebkurā citā ķīmiskajā savienojumā. Retāk sastopami, bet iespējami ir arī  $\text{T}_2$  un  $\text{T}_2\text{O}$

Tritijs ir zemas radiotoksicitātes radionuklīds, kura pussabrukšanas periods ir 12,3 gadi. Tā beta starojums noskrējies gaisā ir tikai aptuveni 6,0 mm, nepārvarot cilvēka atmirušās ādas slāņa barjeru. Tomēr tas var izraisīt nopietnas **veselības problēmas**, ja to ieelpo vai norij gan kā gāzi, gan piesārņotu ūdenī. Jāuzsver arī tas, ka tritijs var aizstāt stabilo ūdeņradi dzīvībai svarīgajos ķīmiskajos savienojumos un ir ļoti mobils fiziskajā un bioloģiskajā vidē.



## Materiālu pakļaušana tritiētai atmosfērai (HTO tvaiku vai HT saturoša gāze)

Absorbētā tritija daudzus

Tritija izdalīšanās ekspluatācijas laikā

Termiska izdalīšana